IV

INFRAESTRUCTURA





3. INFRAESTRUCTURA CICLO-INCLUYENTE

Antes de construir infraestructura ciclista segregada, una política pública para el fomento de la bicicleta debe priorizar las intervenciones que generen una infraestructura ciclo-incluyente en el espacio vial. A este proceso se le llama jerarquía de soluciones.

Para llevar a cabo esta jerarquía se deben seguir las siguientes técnicas de ingeniería vial: reducir el volumen de los vehículos motorizados, disminuir la velocidad vehicular, adecuar las intersecciones problemáticas, redistribuir el espacio de la vía para proporcionar más espacio a los modos no motorizados y, por último, implementar infraestructura ciclista segregada.

3.1. Reducción de volúmenes vehiculares

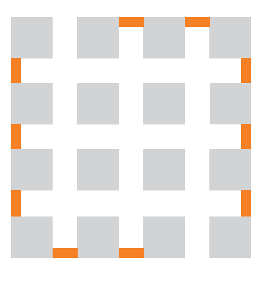
Como parte de una política integral para moderar el tránsito en las ciudades, se debe disminuir la cantidad de vehículos motorizados en circulación. Esta reducción del volumen vehicular implica la utilización de diversas medidas para potenciar el número de viajes a pie, en bicicleta y en transporte público:

a. Restricciones al estacionamiento en la vía pública: prohibir o cobrar el estacionamiento de automóviles particulares en ciertas vialidades y/o zonas.
b. Restricciones a la circulación de vehículos: prohibir el acceso de vehículos en algunas zonas, cobrar peaje en vialidades urbanas y restringir la conducción por horas o días establecidos.
c. Técnicas viales para la accesibilidad reducida en zonas específicas.

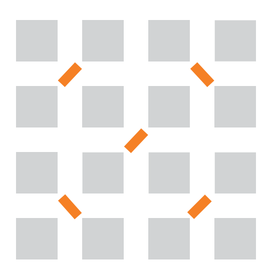
Dentro de las técnicas viales, una práctica común que evita el tránsito de paso y, por lo tanto, disminuye la cantidad de vehículos en una zona delimitada de la ciudad, tiene que ver con la gestión de los sentidos de circulación. Hay cuatro sistemas utilizados para moderar el tránsito a partir de las restricciones en los sentidos: control de borde, control interno, control por sentido de circulación y control mixto (Sanz, 1998).

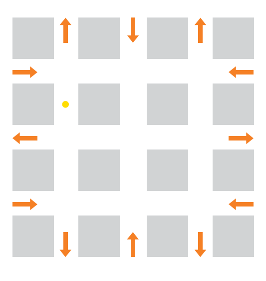
Reducción de volúmenes vehiculares

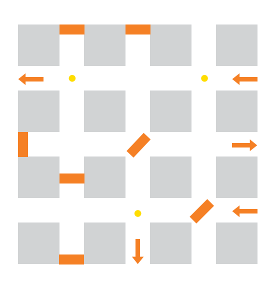
Esquemas de ordenación para la moderación de tránsito en áreas delimitadas



a) Barreras de borde


b) Desvíos interiores


c) Sentidos de circulación


d) Control mixto

Adaptado de: Sanz, 1998.

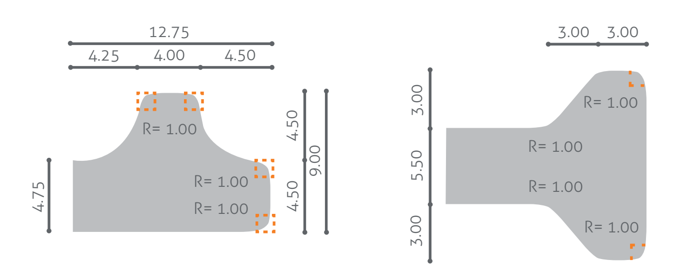

TOMO III
PAG. 37

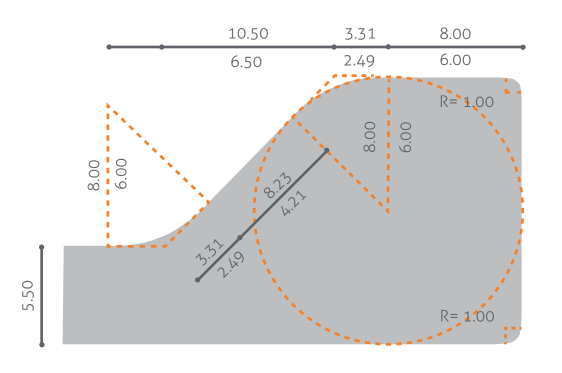
3.1.1. Cierre total de la vialidad

El control de borde se realiza a través de barreras físicas que cierran la circulación de autos en la vialidad, obligándolos a girar 180° en un retorno. El cierre de la vialidad o de una intersección siempre debe permitir la libre circulación de todos los peatones, incluidos los usuarios de sillas de ruedas y los ciclistas.

Si la vialidad es ruta de emergencia o de evacuación, o si circulan autobuses escolares, no es recomendable aplicar esta medida. También se pueden colocar las barreras sólo en sitios y días determinados, por ejemplo en fines de semana en algunas zonas residenciales o cuando hay eventos en el centro de la ciudad.

Dimensiones para retornos con barreras





Adaptado de: Sanz, 1998.

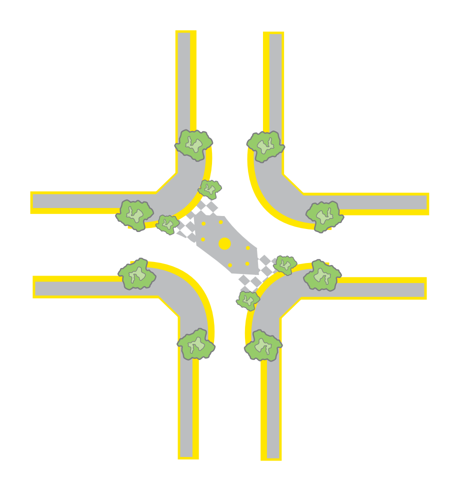
3.1.2. Cierre parcial de la vialidad

Un cierre parcial de la vialidad se puede efectuar a través de un desvío interior: se coloca un elemento de bloqueo en uno o en ambos sentidos de la circulación de los automóviles, en una intersección o a la mitad de una vialidad bidireccional. Esta medida también debe permitir un fácil acceso para los ciclistas y peatones. En caso de emergencia, un cierre parcial permite acceder más fácilmente que un cierre completo.

Dado que este diseño permite a los conductores de vehículos motorizados violar la restricción con cierta facilidad, se requiere que la ley sea correctamente aplicada.

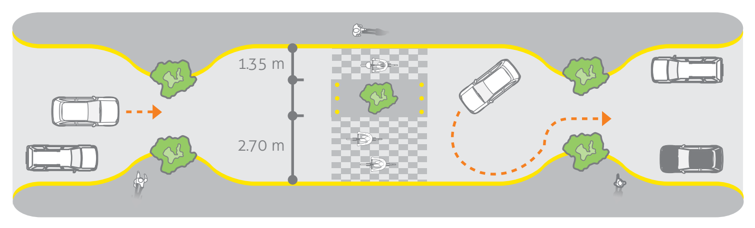
Si el cierre parcial elimina la entrada a la vialidad, no será necesario colocar un retorno; si se cierra la salida de una vialidad, es indispensable que el diseño sea apropiado para dar vuelta en «U».

Barrera en intersección



Adaptado de: Sanz, 1998.

Barrera para un solo sentido de circulación

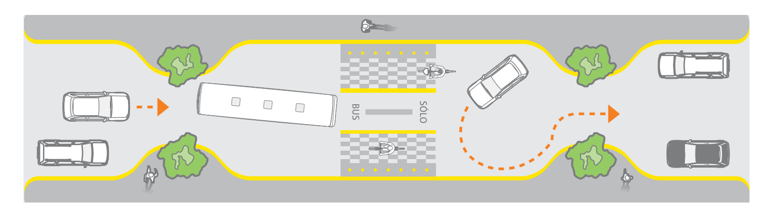


Los autos no pueden seguir de frente en un espacio de 1.35 m pero las bicicletas sí. En el otro sentido todos los vehículos pueden pasar en un espacio de 2.70 m.

Adaptado de: Sanz, 1998.

El cierre parcial de la vialidad permite restringir el acceso sin necesidad de crear vialidades de sentido único. Se debe evitar bloquear los accesos de los vehículos de servicio y considerar el impacto en las rutas de autobuses escolares, el acceso de vehículos de emergencia y de los de servicio de recolección de basura.

Barrera con permeabilidad para buses y bicicletas



Los pasos ciclistas deben tener un ancho de 1.35 m, mientras que el paso para el autobús debe tener un ancho de 2.75 m, con un cojín que evite el paso de automóviles pequeños. La longitud del tratamiento debe ser de 5.00 a 10.00 m.

Adaptado de: Sanz, 1998.

3.1.3. Sentidos de circulación encontrados

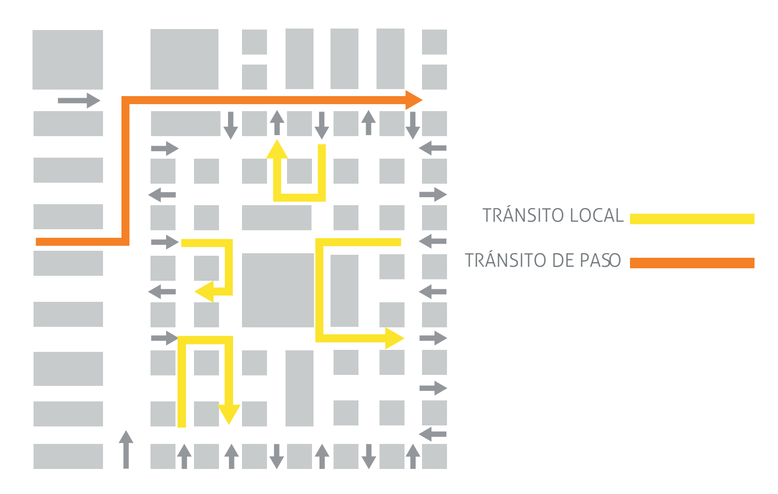
El control de acceso por sentidos de circulación es una forma económica y eficiente para desmotivar el tránsito de paso. Se debe cambiar la dirección del tránsito en las secciones centrales de la zona en donde se busca controlar el acceso de vehículos motorizados. Así, los autos no pueden seguir de frente y deben salir por donde entraron.

En muchas ocasiones esto implica convertir una vialidad bidireccional en unidireccional, lo que tiene un efecto inicialmente negativo ya que se aumenta la capacidad de la vía y la velocidad de circulación. Sin embargo, al funcionar como un circuito, finalmente no recibe gran número de vehículos, aunque sí es necesario colocar dispositivos para disminuir la velocidad.

Es conveniente diseñar un método que permita que las bicicletas circulen en contraflujo, con el objetivo de que la zona sea accesible para este modo de transporte.

Antes de tomar la decisión de cerrar una zona por completo al tránsito de paso, se debe analizar si las vías circundantes tienen capacidad para el tránsito desviado.

Zona con sentidos encontrados



3.1.4. Área de tránsito local

Por último, a través de la implementación de un control mixto –se colocan barreras en la periferia y en la parte interna, además de ordenar los sentidos de la circulación–, se expulsa en su totalidad el tránsito de paso, con el fin de que en la zona sólo circule tránsito local (Sanz, 1998).

Antes de tomar la decisión de cerrar una zona por completo al tránsito de paso, se debe analizar si las vías circundantes tienen capacidad para el tránsito desviado por consecuencia del cierre. Además, esto obliga a proporcionar un tratamiento a las intersecciones que recibirán tránsito adicional, para reducir los impactos al tránsito peatonal.

3.2. Reducción de velocidades vehiculares

Controlar la velocidad de los vehículos motorizados es un recurso que permite disminuir el riesgo que causan y hacerlos compatibles con la vida urbana.

En el caso específico de la bicicleta, reducir la velocidad de los automóviles a 30 Km/hr permite que ambos vehículos circulen utilizando la misma infraestructura vial, sin necesidad de crear carriles ciclistas especiales. Así, el espacio urbano se aprovecha más, el paisaje se mantiene sin cambios y los costos son mínimos, logrando una circulación segura y cómoda de la bicicleta.

El control de la velocidad se logra a través de dos posibles opciones:

a. Limitar la velocidad en la reglamentación de tránsito.
b. Aplicar técnicas de diseño vial que impidan la circulación a velocidades mayores que la permitida.

La estrategia de control de velocidad debe aplicar una o ambas posibilidades, dependiendo de las características de la vía y de la circulación vehicular. En una vía rápida, donde es más compleja la colocación de dispositivos para la reducción de la velocidad, la firme aplicación de la ley es indispensable. En cambio, en una zona residencial en la que no es lógico contar con un gran número de agentes de tránsito que aseguren el respeto de la velocidad permitida, el uso de elementos de disminución de la velocidad es una mejor opción.

Las técnicas de diseño vial modifican la conducta de los conductores; en los sitios en los

TOMO III
PAG. 38

que se cambia el tipo de pavimento, la geometría de la vía y los señalamientos, se provoca una percepción de riesgo en el conductor que los obliga a reducir la velocidad.

3.2.1. Tipos de pavimento

El tipo de pavimento utilizado en una vialidad afecta la comodidad y el atractivo del camino y, por lo tanto, la velocidad de los vehículos. La reducción de la velocidad por medio del tipo de pavimento es un aspecto difícil de lograr, ya que sólo debe afectar a los vehículos motorizados y nunca la circulación de peatones y ciclistas.

Las opciones básicas para la superficie del arroyo vehicular son:

a. Asfalto: por el bajo costo es el material más común en pavimentos para vehículos, sin embargo no es tan durable. Las fracturas del asfalto deben cubrise rápidamente, si no la sub-base puede dañarse. El asfalto permite el desarrollo de velocidades altas.
b. Concreto: es el material más común para banquetas y sólo se usa ocasionalmente en los arroyos vehiculares por el alto costo inicial, a pesar de su larga durabilidad. Las vías hechas de concreto pueden tener un diseño estampado que produce una pequeña vibración en los vehículos, provocando que la velocidad se modere. Esto no es muy adecuado para los ciclistas, quienes necesitan un área lisa para circular.
c. Adoquín: material comúnmente utilizado en zonas patrimoniales y residenciales. No es una superficie muy cómoda para la circulación de vehículos, por lo que está asociado con velocidades bajas.
c. Superficies blandas: se utilizan en caminos privados, áreas con bajo volumen vehicular y áreas de protección ambiental. La superficie está hecha a base de materiales granulados, siendo muy incómoda para la circulación, sobre todo de bicicletas.





3.2.2. Conversión de vías unidireccionales a bidireccionales

Históricamente, la solución a los problemas de congestión en vialidades primarias ha sido el aumento de la capacidad de las vías.

Muchas ciudades han convertido vialidades de doble sentido en vías de un solo sentido, permitiendo un mayor flujo vehicular, cambiando la apariencia y la forma de moverse en las vialidades. Sin embargo, las vialidades de un sentido disminuyen la seguridad de los peatones e impiden la existencia de barrios unificados, bien integrados y accesibles, provocando menos dinamismo en las calles y disminuyendo la actividad económica.

Al circular en una vialidad de un sentido, un automóvil presenta una diferencia mínima de velocidad con respecto a los otros autos, provocando una falsa sensación de baja velocidad. En respuesta, los automovilistas incrementan su velocidad, volviéndola muy alta en vialidades de un solo sentido. En cambio, en vialidades de doble sentido los autos, al circular en dirección contraria, muestran diferencia de velocidades causando una sensación de inseguridad entre ambos, por lo que se disminuye la velocidad y la vialidad se percibe más atractiva para los peatones y ciclistas.

Además, las vialidades de doble sentido hacen más fácil el acceso directo a los destinos, evitando que se tomen rutas indirectas por lugares desconocidos. También invitan a los conductores a detenerse en las áreas comerciales, en vez de únicamente circular por la vialidad. En una vialidad con varios carriles de circulación en un mismo sentido, es difícil que los locales comerciales funcionen exitosamente. En cambio, si la vialidad es de doble circulación y con pocos carriles, la imagen se vuelve la típica de un barrio agradable.

Los cambios necesarios para convertir una vialidad de un sentido a una de doble circulación son, por lo general, bastante simples:

a. Pintar una raya que separe los sentidos de circulación.
b. Añadir y remover algunas señales de tránsito.
c. Instalar nuevos semáforos para el tránsito en ambos sentidos.

En las décadas de 1970 y 1980, muchas ciudades europeas utilizaron esta técnica en sus áreas centrales sin generar problemas severos de congestión, obteniendo beneficios para la seguridad peatonal y para la revitalización de zonas comerciales.

3.2.3. Isletas y fajas separadoras

Las isletas son pequeñas áreas de resguardo que se colocan en el centro de las vías de doble sentido para facilitar el cruce de peatones y ciclistas. Permiten que los usuarios se enfrenten a un sentido de circulación a la vez, que se puedan detener con seguridad a la mitad de la vialidad y esperar hasta poder cruzar de forma segura.

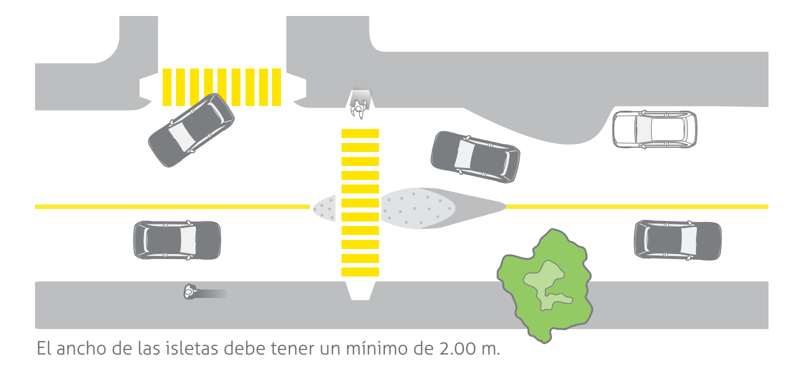
Las isletas son utilizadas principalmente en cruces peatonales, en intersecciones sin semáforo y en cruces a la mitad de la cuadra. También, son adecuadas para los cruces con semáforo, siempre y cuando no provoquen un cruce de peatones en dos fases.

En las avenidas lo suficientemente anchas, lo más adecuado es contar con fajas separadoras (camellones). Éstas cumplen con las mismas funciones que las isletas y pueden ser utilizadas para colocar vegetación, creando una imagen urbana agradable.

Las isletas pueden reducir significativamente los accidentes peatonales:

a. Disminuyen conflictos entre peatones y automovilistas.
b. Disminuyen la velocidad vehicular.
c. Aumentan la visibilidad del cruce peatonal.
d. Incrementan el espacio para colocar señalización.
e. Disminuyen la distancia del cruce peatonal.

Isleta



El ancho de las isletas debe tener un mínimo de 2.00 m.

Adaptado de: FHWA, 2004



Deben colocarse dispositivos que alerten a los usuarios con discapacidad visual que están transitando por un cruce peatonal seccionado.

3.2.4. Circulación en zigzag

La circulación en zigzag crea una trayectoria sinuosa en la circulación vehicular, lo cual obliga a reducir la velocidad. Para lograrlo, se puede modificar el trazo de guarniciones o acomodar el estacionamiento para crear el efecto de zigzag.

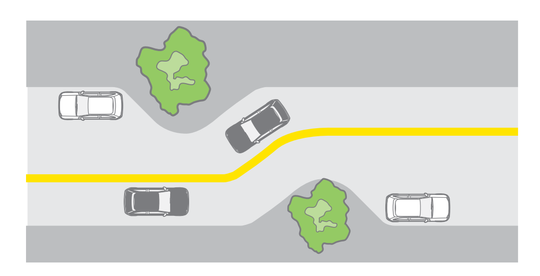
Para reducir la velocidad, los radios de giro deben diseñarse de tal forma que los vehículos no puedan circular a una velocidad mayor que la deseada.

El cambio de estacionamiento de un lado a otro es posible en vialidades que originalmente tenían espacio de estacionamiento sólo en uno de sus costados. Al hacer esto, es necesario que la seguridad y la movilidad de los ciclistas no se afecten, sobre todo en las vialidades con pendientes pronunciadas. También se debe cuidar que exista una buena visibilidad, plantando sólo arbustos bajos o árboles de copas altas.

Dimensionamiento de zigzag

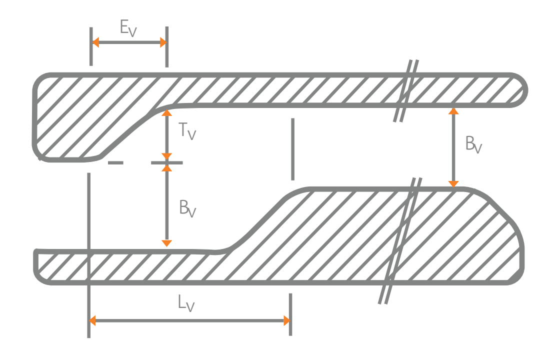
Tipo de cruce $(B_V + T_V) / L_V$	B_V (m)	T_V (m)	L_V (m)	E_V (m)
5/10	3.20	1.80	10.00	2.00
6.5	4.00	2.00	5.00	2.00
6/9	3.50	2.50	9.00	4.00
7/8	4.00	3.00	6.00	3.00
7/10	3.50	3.50	10.00	4.00
8/11	3.50	4.50	11.00	4.50
9.5	5.00	4.00	5.00	4.00
9/9	4.00	5.00	9.00	5.00
9/12	3.50	5.50	12.00	5.50
10/6	5.00	5.00	6.00	3.00
10/9	4.00	6.00	9.00	6.00

Circulación en zigzag

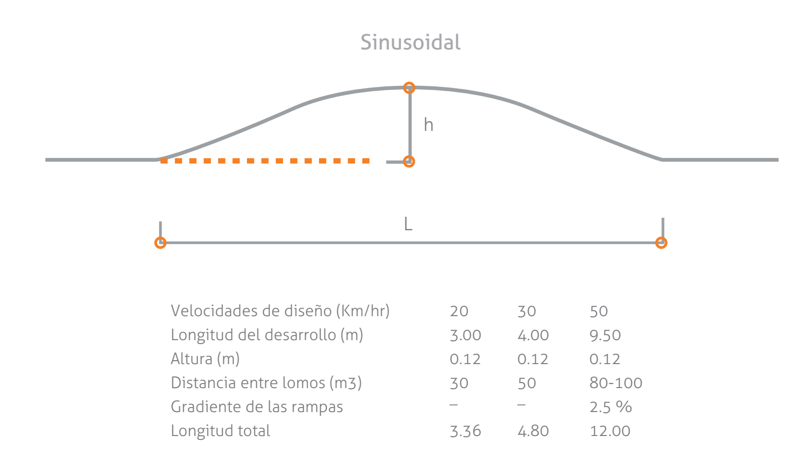


Adaptado de: FHWA, 2004.

Norma suiza para el dimensionamiento de zigzags

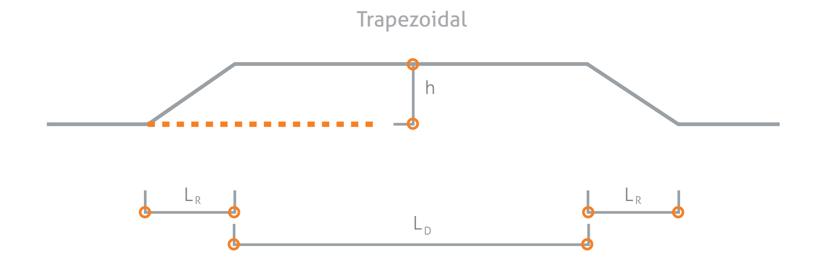


Dimensiones recomendadas en Holanda para lomos sinusoidales y trapezoidales



Velocidades de diseño (Km/hr)	20	30	50
Longitud del desarrollo (m)	3.00	4.00	9.50
Altura (m)	0.12	0.12	0.12
Distancia entre lomos (m3)	30	50	80-100
Gradiente de las rampas	–	–	2.5 %
Longitud total	3.36	4.80	12.00

Adaptado de Vejdirektoratet 1991.



Dimensiones recomendadas en Dinamarca para lomos de perfil trapezoidal

Velocidades de diseño (Km/hr)	20	30	50
Altura (m)	0.10	0.10	0.12
Longitud de la rampa	0.70	1.00	2.40
Gradiente de las rampas	14%	10%	2.5%
Longitud del desarrollo (m)	4.00	4.00	5.2

Con las dimensiones señaladas, los vehículos que sobrepasen en más de 5 Km/hr las velocidades de diseño sufrirán cierta incomodidad.

Adaptado de: CROW 1988.

3.2.5. Reductores de velocidad

El cambio en el alineamiento vertical de la vía es uno de los métodos más exitosos para reducir la velocidad vehicular; existe una gran variedad de dispositivos que cumplen con este fin y todos tienen la característica de crear incomodidad si se excede la velocidad para la que fueron diseñados. Por lo tanto, los usuarios cumplen con el límite de velocidad establecido.

La instalación de cualquier reductor de velocidad debe ir acompañada de señalización horizontal y vertical que permita disminuir la velocidad gradualmente con el fin de evitar posibles accidentes.

a. Cruces peatonales elevados

Los cruces peatonales elevados, o lomos, son simples elevaciones del arroyo vehicular en los sitios donde existe un cruce peatonal, ya sea en intersecciones o a media cuadra.

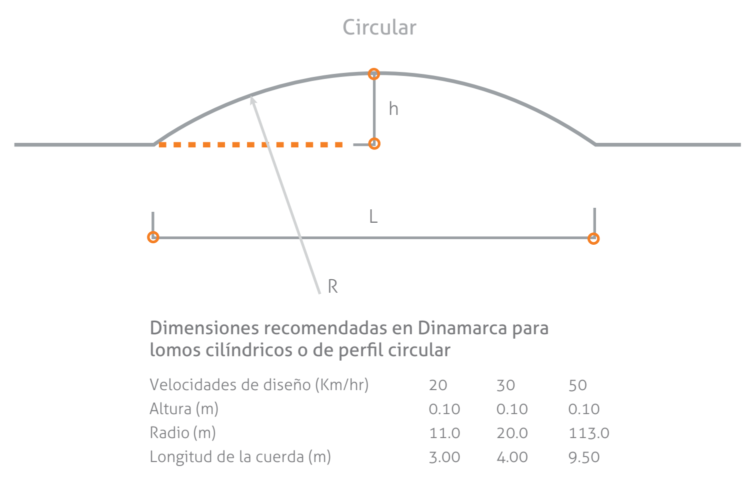
Los lomos son bien recibidos cuando es evidente la necesidad de disminuir la velocidad del tránsito y/o donde es necesario mejorar las condiciones de los peatones. Éstos permiten que la velocidad vehicular sea más predecible y dan lugar a un cruce más seguro.

Es recomendable considerar las áreas de encharcamiento, por lo que el diseño de los lomos debe permitir la circulación del agua hacia el drenaje. Además, el diseño no debe ser demasiado agresivo para los ciclistas y debe contemplar la posible circulación de autobuses o servicios de emergencia.

La estética de los cruces elevados puede mejorarse mediante el uso de distintos materiales.

b. Topes

Los topes son un tipo de lomos con forma circular. A diferencia de los lomos sinusoidales y trapezoidales, presentan el inconveniente de obligar a los vehículos a hacer un alto total antes de cruzarlo. Esto aumenta las emisiones a la atmósfera y es incómodo para el tránsito ciclista, por lo que su uso no es recomendable a menos de que exista la necesidad de que los vehículos se detengan por completo. Se puede dejar un área libre junto a las guarniciones que permita que las bicicletas circulen sin necesidad de pasar por el tope.



Dimensiones recomendadas en Dinamarca para lomos cilíndricos o de perfil circular

Velocidades de diseño (Km/hr)	20	30	50
Altura (m)	0.10	0.10	0.10
Radio (m)	11.0	20.0	113.0
Longitud de la cuerda (m)	3.00	4.00	9.50

Adaptado de Vejdirektoratet 1991

c. Intersecciones elevadas

A diferencia de los lomos, las intersecciones elevadas o mesetas son un levantamiento de toda la intersección, quedando al nivel de la banqueta. Su objetivo principal es que los peatones puedan seguir su trayecto al mismo nivel de la banqueta, eliminando la necesidad de rampas. Este tipo de intersecciones mejoran las condiciones de la circulación peatonal, evitando los cambios de nivel y obligando a los automóviles a disminuir la velocidad.

Las mesetas pueden construirse con una gran variedad de materiales como asfalto, concreto, concreto estampado o adoquín. Requieren la colocación de bolardos que impidan que los autos invadan las banquetas y deben contar con marcas que indiquen a las personas con discapacidad visual la presencia de este tipo de intersección.



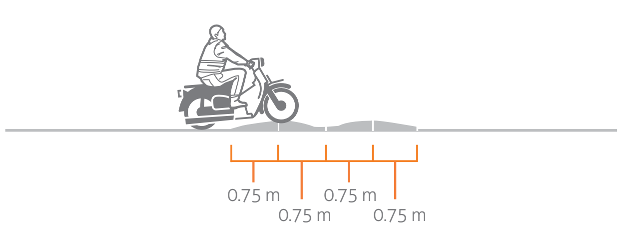
d. Vados

Los vados son un tipo de «lomo inverso» (se utilizan sobre todo en los Países Bajos y en Suecia). Son muy efectivos para reducir la velocidad, aunque es necesario cuidar que no presenten encharcamientos.

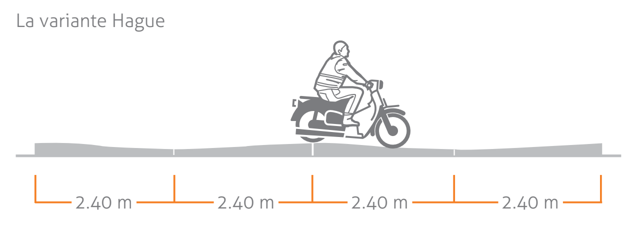
Una forma de vados es utilizada en las ciclovías para regular la velocidad de las motocicletas que podrían invadirlas, sin afectar a la circulación ciclista.

Reductores de velocidad en ciclovías

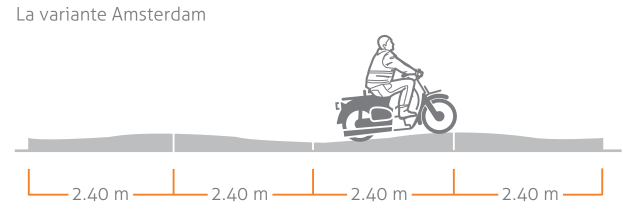
La variante Huissen



La variante Hague



La variante Amsterdam



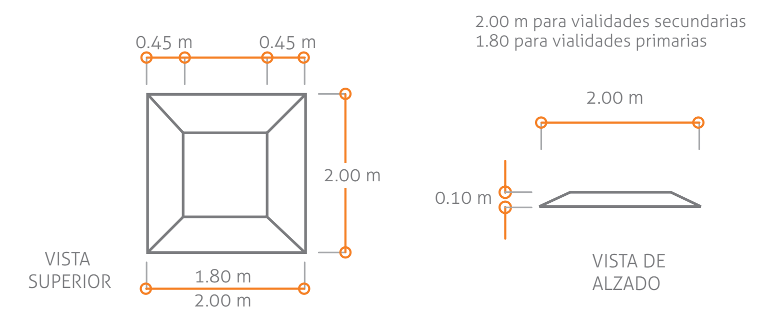
Adaptado de: CROW, 1993.

e. Cojines

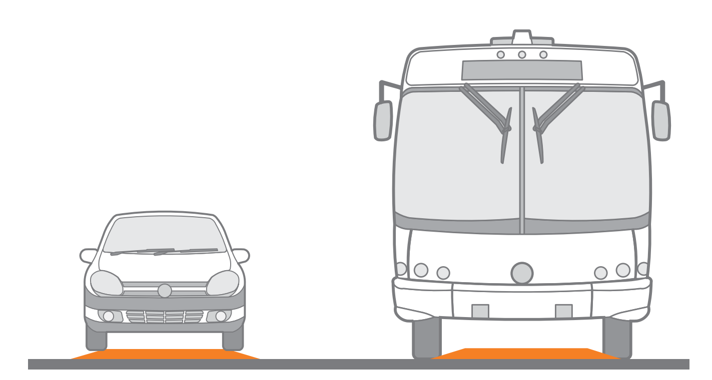
Los cojines son dispositivos similares a los lomos, con la diferencia de que están concebidos como pequeños montículos, con espacios entre ellos, instalados a todo lo ancho de la calle. Permiten el libre paso de bicicletas, autobuses o vehículos de emergencia, pero impiden que los automóviles convencionales pasen sin reducir su velocidad; por esta cualidad, su uso se está popularizando en países como el Reino Unido. Además, sus costos son menos elevados y su eficacia es prácticamente la misma que la de otros reductores de velocidad.

Las dimensiones de los cojines se calculan de acuerdo a la distancia entre los ejes de las ruedas de los autobuses y vehículos de emergencia. Pueden ser de asfalto, concreto o materiales plásticos; el concreto tiene mayor durabilidad, aunque es la opción más costosa.

Dimensiones de cojines

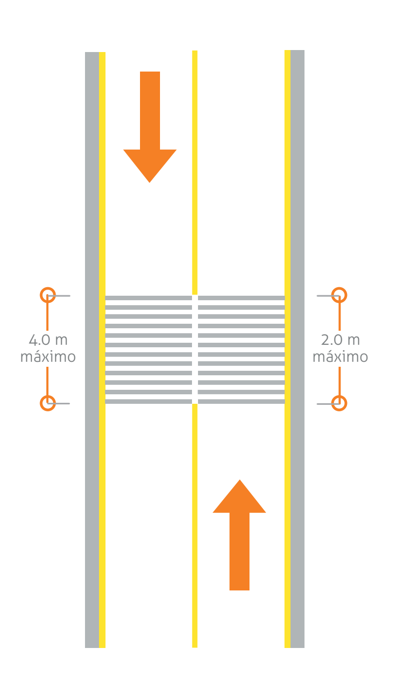


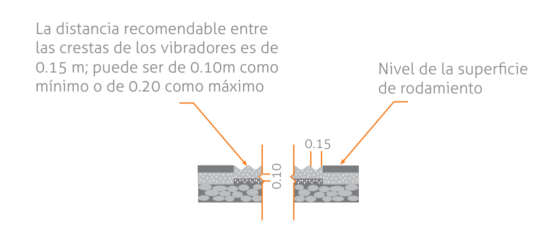
Efecto del cojín en diferentes tipos de vehículos



f. Vibradores

Los vibradores se utilizan para indicar a los automovilistas que deben reducir la velocidad. Pueden estar formados por resaltes o rugosidades en el pavimento, generando vibración y ruido producto de su acción en el sistema de amortiguamiento. Se fabrican de concreto o a través de botones en el pavimento.

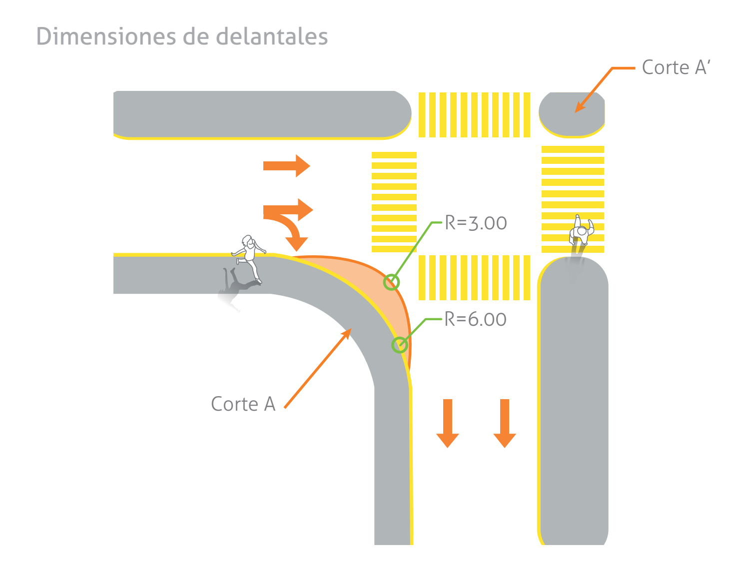




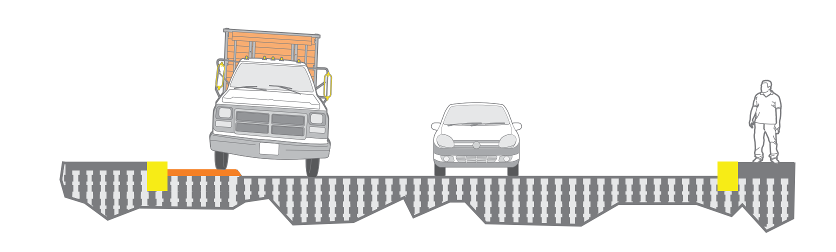
Adaptado de: SETRAVI GDF, 2002.

g. Delantal

Dimensiones de delantales



Corte A-A'



En las intersecciones, los delantales son utilizados con el propósito de impedir que los automóviles den la vuelta a altas velocidades, aprovechando el amplio radio en las esquinas, necesario para que los vehículos de carga giren sin dificultad. Un delantal consiste en una elevación del pavimento, correspondiente al 50% de la altura de la banqueta, que minimiza el radio de giro de tal forma que un vehículo pequeño tiene que girar más lentamente, pero permite que los vehículos grandes cuenten con el espacio suficiente para virar sin pegar en la guarnición.

3.3. Tratamiento de intersecciones

Las intersecciones causan el mayor número de conflictos entre los distintos usuarios de la vía y son los sitios con mayor número de accidentes viales en las ciudades.

Los accidentes ciclistas no son la excepción; aunque se cuente con un carril exclusivo para bicicletas, es imposible evitar los conflictos en las intersecciones. En México no se cuenta con toda la información referente a las características de los accidentes ciclistas (dada la falta de rigor al reportar dichos accidentes). Sin embargo, en Estados Unidos se reporta que del 40 al 64% de los accidentes ciclistas suceden en las intersecciones (Mattar, 2004; Wachtel y Lewiston, 1994).

Los elementos que se deben cubrir en las intersecciones para reducir el riesgo, principalmente para peatones y ciclistas, son:

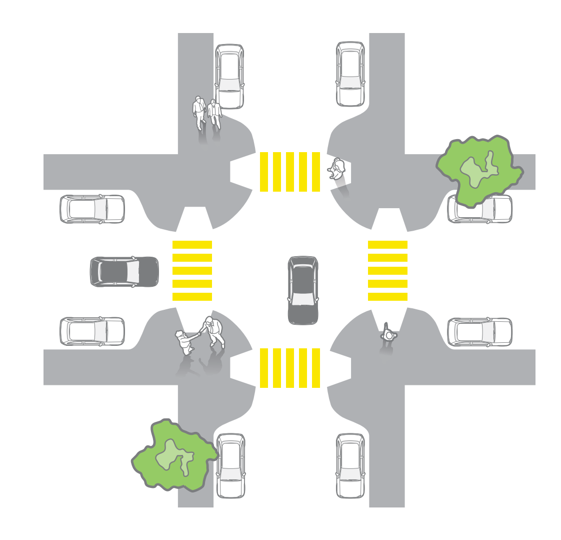
a. Reducción de la distancia de cruce peatonal y ciclista.
b. Reducción de la velocidad de los vehículos.
c. Mejoramiento de las condiciones de visibilidad.
d. Creación de trayectorias de circulación predecibles.

El rediseño de las intersecciones se realiza a través de la combinación de las técnicas de reducción de velocidad (previamente descritas) y las técnicas que se presentan a continuación. Pueden aplicarse en todo tipo de intersecciones, con o sin semáforo; es indispensable que las fases del semáforo consideren el tiempo de cruce peatonal y, en caso de ser necesario, haya fases exclusivas para peatones y ciclistas.

3.3.1. Orejas y radios de giro

Las orejas son extensiones de la banqueta en las esquinas, que se crean a partir del espacio normalmente ocupado por estacionamiento de autos en ambos lados. Son eficaces para reducir la distancia de cruce peatonal, evitar que el área sea invadida por estacionamiento ilegal, moderar la velocidad vehicular, mejorar la visibilidad de peatones y conductores, y permitir la colocación de señalamientos más visiblemente. Sólo son adecuadas cuando existen carriles de estacionamiento; no deben colocarse sobre carriles de circulación, ciclocarriles o ciclovías ni acotamientos.

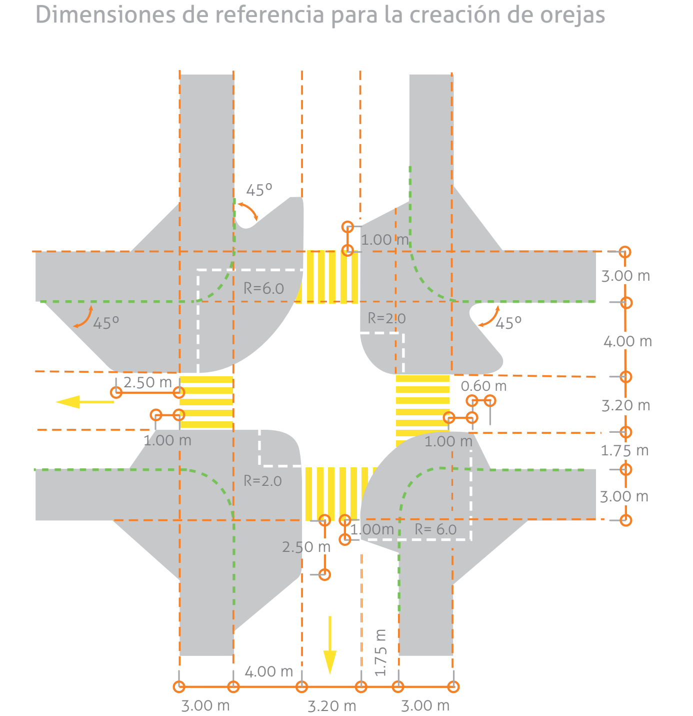
Intersección con orejas



Adaptado de: FHWA, 2004.

TOMO III
PAG. 38

Dimensiones de referencia para la creación de orejas

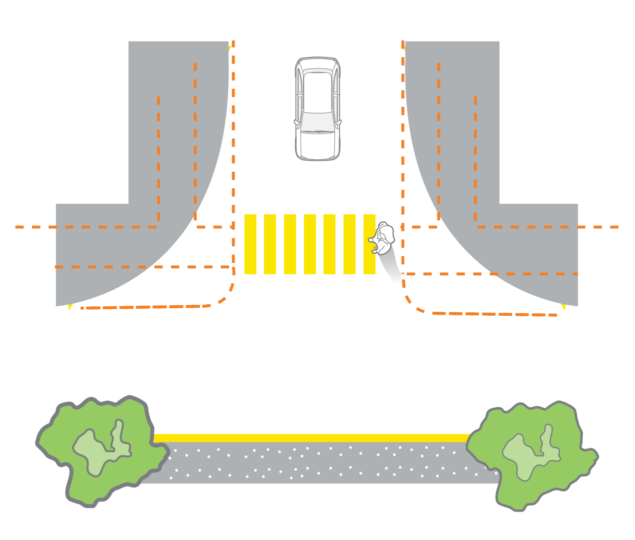


Adaptado de: Sanz, 1998.

Por otro lado, los radios de giro en las esquinas de las intersecciones pueden tener un gran impacto en el comportamiento de peatones y conductores. El principio básico al dar vuelta en una intersección es que mientras menor sea el radio de giro, menor será la velocidad del vehículo, lo que incrementa la seguridad de los peatones.

Por ejemplo, una esquina con un radio de giro de 15 metros es de gran ayuda para los camiones grandes. En cambio, para un peatón un radio de giro de esa dimensión significa que los autos irán a mayor velocidad, por lo que su tiempo de cruce sería más largo y tendría menos tiempo para percibir a los automóviles que se aproximan.

Reducción de radios de giro en intersecciones



Adaptado de: FHWA, 2004.

Tomando en cuenta dicho principio, el radio de giro es el que describen los vehículos cuando circulan a velocidades bajas. Normalmente, este valor es de 6 m cuando en una esquina existe la posibilidad de dar vuelta, pero si el sentido de la calle no permite girar, la esquina deberá contar con un radio de 2 m o menos.

Cuando el tipo de vehículo de dimensiones mayores representa el 5% del flujo del tránsito, es posible hacer un cálculo más preciso del radio de giro a través de un estudio en campo: se colocan conos para observar el radio que describen dichos vehículos a bajas velocidades. Si se requiere de un radio de giro amplio para vehículos de mayor tamaño, es necesario implementar medidas de protección para peatones y ciclistas, por ejemplo las isletas para vueltas derechas.

Radios de giro

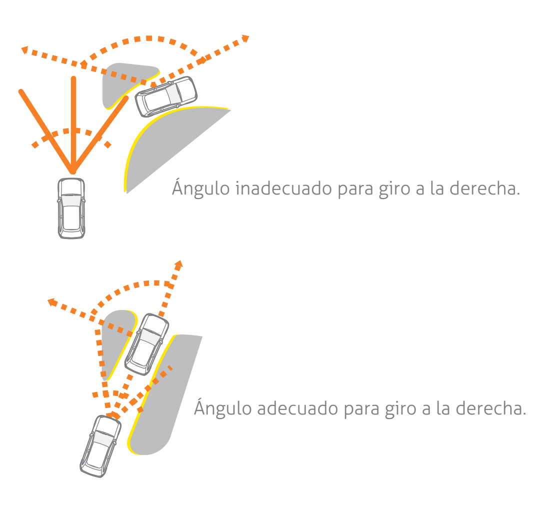
Radio de la esquina	Características de operación
< 1.50 metros	No apropiado, ni siquiera para automóviles particulares. Se debe utilizar cuando no exista giro en esa esquina.
3.00 metros	Vuelta a velocidad baja de automóviles particulares.
6.00 - 9.00 metros	Vuelta a velocidad moderada de automóviles particulares; vuelta a velocidad baja de camiones medios.
12.00 metros	Vuelta a velocidad alta de automóviles particulares; vuelta a velocidad moderada de camiones medios.
15.00 metros	Vuelta a velocidad moderada de camiones pesados.

3.3.2. Isletas para vueltas continuas a la derecha

Muchas de las intersecciones que actualmente presentan un radio de giro amplio muestran que hay un área que no es utilizada al dar vuelta. En ésta se puede colocar un área de resguardo peatonal que permita acortar la distancia de cruce.

La geometría de esta intervención debe dar lugar a un ángulo de visión adecuado para que los conductores puedan ver el tránsito que viene desde la izquierda y permitir que el giro se realice a una velocidad moderada. Esto puede complementarse con reductores de velocidad para mayor seguridad de los peatones.

Ángulo de entrada al realizar un giro a la derecha



Adaptado de: FHWA, 2004.

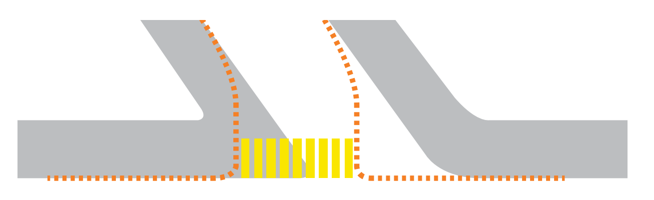
El rediseño de las intersecciones en «Y» es sencillo; sólo es necesario adecuar la geometría de las banquetas, recortando de un lado y aumentando en el otro extremo.

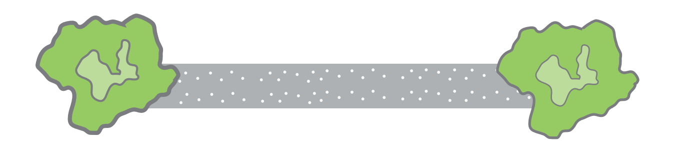
3.3.3. Rediseño de intersecciones en «Y»

Con excepción de las vías rápidas, en la ciudad se deben evitar las incorporaciones o desincorporaciones de vehículos en ángulos diferentes a 90°, ya que esta configuración genera giros realizados a velocidades altas y la distancia de cruce peatonal es mayor que en una intersección en forma de «T».

El rediseño de estas intersecciones implica una sencilla adecuación de la geometría de las banquetas, recortando de un lado y aumentando en el otro extremo.

Modificación de intersección en Y





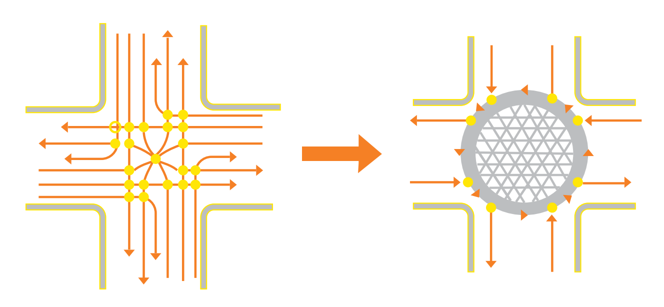
3.3.4. Glorietas

Una glorieta es una intersección circular en la que los giros se hacen en sentido contrario a las manecillas del reloj para dar vuelta a la derecha en la calle deseada y eliminar las vueltas a la izquierda.

A diferencia de una intersección semaforizada, el flujo de los vehículos es constante, por lo que, aunque aumenta la capacidad, reduce la velocidad con la que se realiza el cruce.

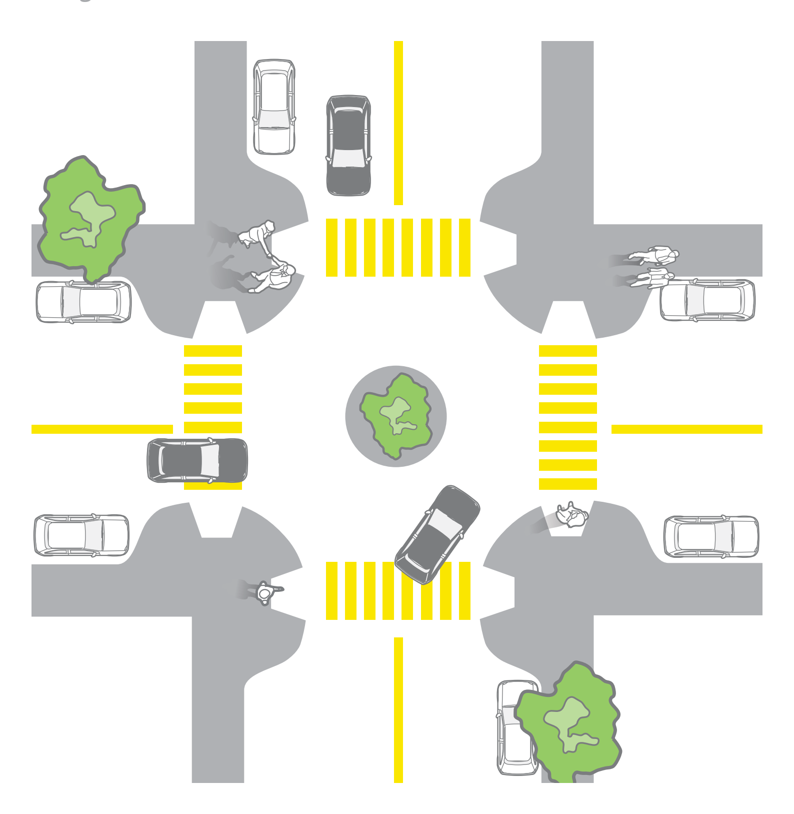
Dependiendo de las características de la intersección es posible implementar glorietas tradicionales, miniglorietas o glorietas turbo.

Conflictos potenciales reducidos por uso de glorietas



Adaptado de: FHWA e ITE, 1999.

Miniglorieta

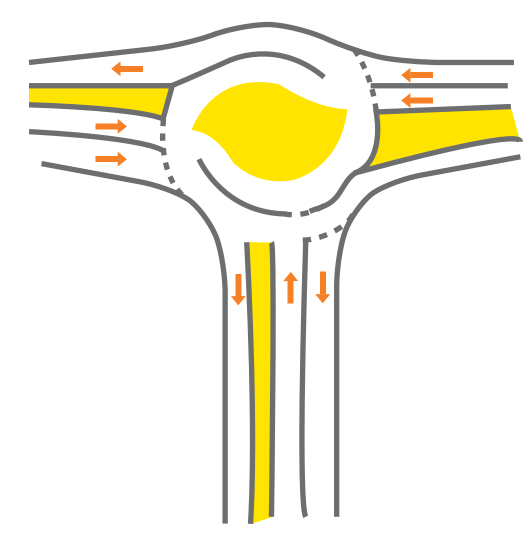


Adaptado de: FHWA, 2004.

Una miniglorieta es una glorieta muy pequeña, generalmente construida con guarniciones, que incluso puede únicamente pintarse en el pavimento. Se utiliza en las calles locales, modificando la trayectoria de los vehículos para reducir la velocidad.

Una glorieta turbo segrega los flujos de tránsito, lo que significa que los automovilistas deben elegir su dirección antes que su carril; al circular por el carril exterior los autos se ven obligados a salir de la intersección. Debido a la segregación física de los carriles de circulación y al hecho de que sólo tiene 10 puntos de conflicto en comparación con los 16 de una glorieta convencional, la seguridad es, por lo general, muy elevada.

Glorieta turbo



3.4. Redistribución del espacio de la vialidad

El espacio de la vialidad es un recurso valioso y limitado que debe poder ser utilizado por todos los usuarios de la vía. Desafortunadamente, este espacio público está prácticamente tomado por los automóviles. Es necesario rediseñar la vialidad para dar lugar, también, a los peatones y ciclistas.

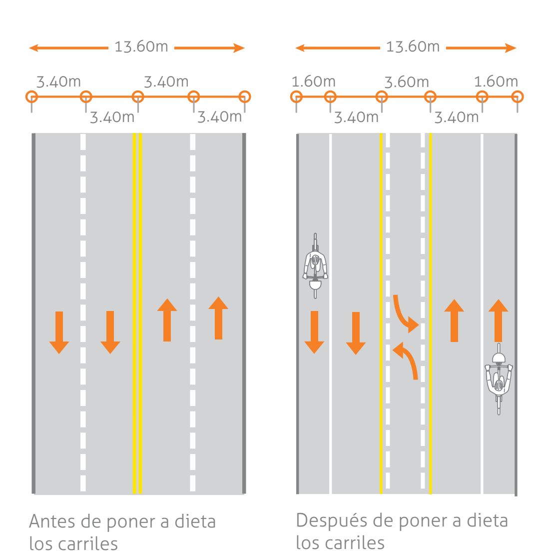
El aumento y la saturación de la capacidad de las redes viales es la oportunidad para que el espacio público se otorgue a los peatones y los ciclistas y deje de ser de los automóviles. Las vialidades más congestionadas pueden ser las mejores para ceder espacio, aunque de inicio no se perciba.

El espacio que los vehículos motorizados ocupan es en proporción al tamaño y la velocidad; los automóviles requieren mucho más espacio de la vialidad por kilómetro/pasajero que cualquier otro modo de transporte. Por lo tanto, los autos congestionan a todos los demás usuarios de la vía.

El fenómeno conocido como la «Paradoja de Braess» explica que, al disminuir la capacidad de una vía, se incrementa la capacidad de la red. Esto se demostró recientemente en Manhattan: cerraron varias intersecciones de una gran avenida y disminuyó la congestión y el tiempo de traslado, y aumentaron significativamente los viajes de peatones y ciclistas. El proyecto inició con una mínima infraestructura de señalización horizontal y jardineras.

Para recuperar espacio en la vialidad, uno de los métodos más conocidos es la «dieta de calle», que consiste en reducir el espacio de circulación vehicular. Por ejemplo, una vía de cuatro carriles se reduce a sólo dos carriles, ganando espacio para peatones, ciclistas o transporte público. El espacio ganado también se puede utilizar para un carril de acumulación para vueltas izquierdas. Una calle de cuatro carriles con una carga vehicular entre 12,000 y 18,000 viajes diarios es ideal para «ponerla a dieta»; en algunos casos, una calle con una carga por encima de 25,000 viajes diarios también puede calificar para este proceso. Con la dieta, a pesar de que el número de carriles se reduzca a la mitad, la capacidad total disminuye sólo un poco y rara vez resulta en congestión.

Esquema para poner calle a dieta

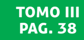


Antes de poner a dieta los carriles

Después de poner a dieta los carriles

Adaptado de: FHWA, 2010.

TOMO I PAG. 45



Los costos son generalmente mínimos; pueden elevarse si se incluyen isletas, se cambia la posición de las guarniciones o si se incluye un proyecto de mejoramiento de la imagen urbana.

También se puede reasignar el espacio vial a través de la reducción del ancho de los carriles vehiculares moderando, al mismo tiempo, la velocidad. Esta técnica es la primera opción cuando se requiere espacio para un carril ciclista segregado.

Por último, una política de estacionamientos reasigna el espacio que ocupan actualmente los automóviles. El ordenamiento del estacionamiento ofrece gran potencial para transformar la imagen, la forma y la sensación en general de las calles. El estacionamiento gratuito es el factor que más fomenta el uso del automóvil. Una estrategia integral debe regular el estacionamiento en la vía pública y modificar la norma de los cajones requeridos para las edificaciones.

Ejemplo de parámetros para redistribuir el espacio vial

Ancho de la calzada (m)*	Carril ciclista (m)	Carril de autos 1 (m)	Carril de autos 2 (m)	Contraflujo (m)
7.30	1.30	2.50		3.50
7.50	1.50	2.50		3.50
8.00	1.50	2.50		4.00
8.50	1.50	3.00		4.00
9.00	1.50	3.00		4.50 (1.50 + 3.00)
10.00 (1 carril)	1.50	3.50		5.00 (1.50 + 3.50)
10.00 (2 carriles)	1.50	2.50	2.50	3.50
10.50	1.50	2.50	2.50	4.00
11.00	1.50	2.50	2.50	4.50 (1.50 + 3.00)
11.50	1.50	2.75	2.75	4.50 (1.50 + 3.00)
12.00	1.50	3.00	3.00	4.50 (1.50 + 3.00)
15.00	1.50	3.00	3.00	3.00 + 3.00 + 1.50

* Ancho sin contar el camellón
Notas:
1. Los tratamientos en todos los lugares deben ser considerados en sus características específicas.
2. En vialidades con alto flujo de camiones de carga, el carril no debe ser menor a 3.00 m y se debe estudiar la colocación del carril ciclista.
Adaptado de: Transport for London, 2005.



4. ESTÁNDARES PARA EL DISEÑO DE VÍAS CICLISTAS

Ejemplificar y describir las principales características de los diversos tipos de infraestructura vial para la circulación de bicicletas tiene un objetivo primordial: otorgar a los diseñadores todos los elementos básicos para la realización adecuada de este tipo de proyectos.

Se busca homologar los elementos de diseño de las vías ciclistas, con el fin de ofrecer a los usuarios soluciones congruentes y que les permitan circular con seguridad y comodidad. Por lo tanto, es necesario que los proyectistas siempre apliquen su discernimiento para poder adaptar correctamente los conceptos teóricos de acuerdo al entorno específico donde se está realizando la intervención.

4.1. Criterios de selección de infraestructura ciclista

Los criterios de selección para los diversos tipos de infraestructura vial ciclista, en cuanto a cuál es la más adecuada, dependen de varios factores:

Todos los proyectos de infraestructura vial ciclista deben realizar estudios previos de ingeniería vial. Por ejemplo, es indispensable contemplar los aforos vehiculares y los movimientos direccionales en el diseño de las intersecciones.

- Los diseñadores deben elegir la categoría de intervención más adecuada de acuerdo al tipo de vialidad (arteria, colectora o de acceso), el volumen y la velocidad del tránsito automotor.
- La intervención identificada debe garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios; no se debe elegir simplemente por ser la que menos impacta al flujo vehicular motorizado.
- Se deben respetar los anchos establecidos para cada tipo de infraestructura ciclista. Esto evita que los usuarios sufran accidentes por rebases y/o que los más experimentados dejen de utilizarla por tener que circular a velocidades muy bajas.

Hay varios aspectos que se deben tomar en consideración para hacer la mejor elección de infraestructura vial ciclista:

- La conducción de los usuarios.
- La función, la forma y el uso de la vía en cuestión.
- La velocidad y volumen de tránsito automotor (que permite identificar el nivel de segregación de los flujos).

No es posible insertar artificialmente un cuerpo vial ciclista dentro de una vialidad sin contemplar el panorama global de cada vía. Todo proyecto de infraestructura vial ciclista tiende a restar espacio que estaba destinado a la circulación de automóviles. Siempre se debe seleccionar la opción de infraestructura vial ciclista más conveniente para el ciclista, aunque ésta afecte la circulación del tránsito automotor.

4.1.1. El usuario como factor de diseño

En cada ciudad existen diversos tipos de usuarios de la bicicleta. Algunos tienen mayor experiencia que otros, por lo que resulta indispensable diseñar infraestructura que considere todos los niveles de habilidad y vulnerabilidad. Las velocidades de circulación de los ciclistas son relativamente diversas, los usuarios más lentos llegan a circular hasta a la mitad de velocidad que los más rápidos. Esto depende de la edad, el hábito en el pedaleo, el motivo de viaje, la carga que se transporta y el tipo de bicicleta (Sanz, 1999).

La infraestructura ciclista debe satisfacer las necesidades tanto de los usuarios con experiencia (usualmente más rápidos) como de los principiantes (generalmente más lentos y con trayectorias sinuosas). Un usuario experimentado circula de manera más vehicular, incorporándose con habilidad y seguridad al tránsito de vehículos automotores y compartiendo el espacio sin requerir un tratamiento más elaborado. En cambio, un usuario con mínima experiencia generalmente se comporta más como un peatón, conduciendo pegado a la guarnición y cruzando intersecciones pegado al cruce peatonal. Su falta de habilidad para sortear riesgos requiere de mayor espacio para realizar maniobras sin obstáculos ni otros vehículos motorizados y demanda mayor señalización.

La mayoría de las vialidades para automóviles cuentan con un carril de baja velocidad y uno, o varios, de mayor velocidad. Esto permite un rebase adecuado y da flexibilidad para transitar a velocidades diversas. En el caso de la bicicleta, su infraestructura está diseñada con un único carril por donde todos circulan compartiendo el espacio disponible, por lo que es necesario que este carril sea de un ancho suficiente para permitir un rebase seguro y cómodo entre sus usuarios.

Para evitar los conflictos entre usuarios rápidos y lentos, se puede crear un sistema dual. Éste se establece al instaurar una red primaria y una secundaria, implementando dos tipos de infraestructura ciclista dentro de la misma vía: un carril para los ciclistas inexpertos y vulnerables, y un carril compartido con los automóviles para los ciclistas más experimentados. En cualquier caso, el diseño de la infraestructura ciclista siempre debe contemplar las necesidades de circulación de ambos tipos de usuarios.



Factores que influyen en la selección de infraestructura

Motivo de viaje	Características del grupo de usuarios							Condiciones necesarias de la vía ciclista				
	Vulnerabilidad	**Tiempo máximo (minutos)**	**Velocidad (Km/hr)**	**Distancia (Km)**	**Fase del día**	**Edad**	**Tipo de bicicleta**	**Sensibilidad a las pendientes**	**Atractivo**	**Comodidad**	**Sensibilidad a los rodeos**	**Protección climática**
Escuela primaria	•••	15	10	2.50	Mañana Tarde	<14	1/3	•••	••	••	•••	•••
Escuela secundaria y bachillerato	••	30	15	7.50	Mañana Tarde	14-18	1/3	••	••	••	•••	•••
Universidad	•	30	15	7.50	Todo el día	>18	1/3	••	••	••	•••	•••
Trabajo	•	15	20	5.00	Todo el día	18-60	Todas	••	•	•••	•••	•••
Compras	••	10	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	•••	••	•••	•••	•••
Centro Ciudad	•	20	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	•••	••	•••	•••	•••
Paseo	•••	>45	10	>10.00	Mañana Tarde	>12*	Todas	•••	•••	•••	•	••
Centro de Esparcimiento	••	30	20	10.00	Todo el día	>12*	Todas	••	••	••	•••	••
Deporte	•••	>45	>25	>20.00	Todo el día	>12*	Todas	•	•••	•	•	•
Estación de trasporte público	•	10	15	2.50	Todo el día	>12*	1/3	••	••	•••	•••	•••
Visitas	•	15	10	2.50	Todo el día	>12*	1/3	••	••	••	••	••

••• Alta
•• Media
• Baja

* Menores de 12 años acompañados

Tipos de bicicletas: 1: bicicletas urbanas 2: bicicletas de ruta 3: bicicletas de montaña

Adaptado de: Sanz, 1999.

4.1.2. Función, forma y uso de la vía

Dependiendo de las características de la vía que se pretende intervenir para incorporar facilidades para la bicicleta, se debe contemplar desde el principio la función, la forma y el uso actual de la vía en cuestión. Una infraestructura verdaderamente amigable con los ciclistas toma en cuenta la situación completa del tránsito, no sólo el flujo ciclista en específico. La elección del tipo de infraestructura por aplicar debe considerar las dimensiones de la sección total de la vía, la posibilidad para redistribuir este espacio entre los distintos usuarios, el volumen y la velocidad del tránsito motorizado.

4.1.3. Volumen y velocidad del tránsito motorizado

La forma generalmente utilizada para elegir el tipo de infraestructura ciclista está directamente relacionada con el volumen y la velocidad máxima del tránsito automotor. En algunas tipologías de vía, con combinaciones de volumen y velocidades adecuadas, es posible integrar la circulación de bicicletas en el tránsito vehicular general; es decir, se puede favorecer la seguridad y comodidad ciclista sin recurrir a su segregación del resto de los vehículos motorizados. Esta selección demanda una reflexión basada en la posibilidad de un rebase seguro (por parte de los autos) al ciclista, así como la consideración de las velocidades de los mismos. Dicha reflexión define si lo más adecuado es crear infraestructura ciclista compartida, delimitada con marcas, o segregada del tránsito automotor; normalmente existe más de una posible solución.



Diagrama de opciones de tipología ciclista				
Tipo de vialidad	Velocidad máxima de los vehículos (Km/hr)	Volumen de los vehículos por día	Categoría de la red ciclista	
			Red secundaria	**Red primaria**
			Tipología de intervención	
Vías interurbanas, derechos de vía y áreas verdes	No aplica	No aplica	Infraestructura ciclista segregada (ciclovía bidireccional)	
Vías de acceso	Hasta 30 Km/hr	Hasta 4,000	Infraestructura ciclista compartida (Vialidad compartida ciclista)	
Vías colectoras	Hasta 40 Km/hr	Mayor a 4,000	Infraestructura ciclista delimitada (ciclocarril) o infraestructura ciclista compartida (carril compartido ciclista)	
Arterias	Hasta 50 Km/hr	Irrelevante	Infraestructura ciclista segregada (ciclovía unidireccional) o infraestructura compartida ciclista (carril compartido ciclista)	
Arterias	Mayores a 50 Km/hr	Irrelevante	Infraestructura ciclista segregada (ciclovía unidireccional)	

Adaptado de: CROW, 2007.

Este diagrama es una adaptación al contexto mexicano, obtenida del Manual Holandés de Diseño Ciclista (CROW, 2007). Si existe más de una opción de tipología de intervención para la vialidad en cuestión, se debe implementar la que produzca la mejor situación para los ciclistas. Este diagrama es una herramienta para que los diseñadores moldeen la solución para una situación específica, y se debe poseer la sensibilidad para determinar la elección más adecuada de acuerdo con el contexto específico.

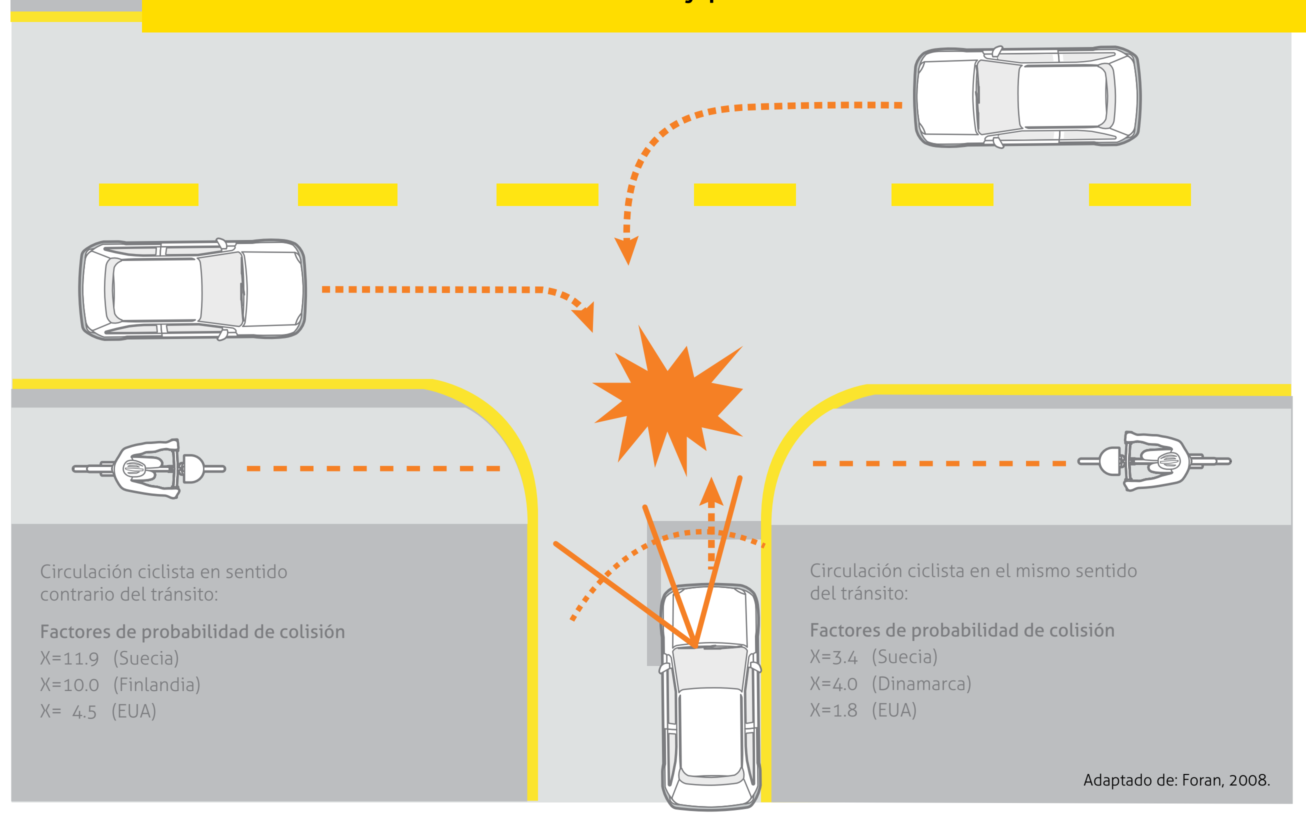
4.1.4. Infraestructura ciclista unidireccional vs. bidireccional

Frecuentemente, al diseñar infraestructura ciclista se contempla un diseño bidireccional (con los dos sentidos de circulación ciclista en un mismo cuerpo vial), buscando concentrar a los ciclistas en un solo lado de la vialidad. Comúnmente, se razona que la configuración bidireccional es más eficiente, dado que demanda menor espacio vial que un diseño unidireccional y limita la intervención a una sola vialidad en lugar de a dos. Muchas veces una ciclovía bidireccional se plantea sobre un camellón al centro de la vía o sobre las banquetas, con el afán de que al separar a los usuarios de la vía se logra mayor seguridad. Sin embargo, una configuración bidireccional, salvo en escasas excepciones, no es adecuada para un entorno urbano ya que pone en riesgo a los ciclistas.

Está demostrado que la mayoría de los accidentes ciclistas suceden en las intersecciones, los cuales corresponden hasta el 74% del total de los accidentes ciclistas (Wachtel y Lewiston, 1994). Wachtel y Lewiston (1994) descubrieron que un ciclista

está en riesgo de sufrir un accidente hasta 3.6 veces más si circula en sentido contrario al tránsito automotor. Este riesgo aumenta hasta 5.3 veces si el ciclista circula en sentido contrario al tránsito y en una ciclovía ubicada sobre una banqueta. Entonces, en un contexto urbano donde existen intersecciones cada 100 o 200 metros, el riesgo de que un ciclista que circula en sentido opuesto al del arroyo vehicular sufra un accidente con un auto es sumamente alto. Este riesgo incrementa al existir salidas de cocheras, ya que el automovilista normalmente sólo voltea hacia el lado de donde viene el tránsito automotor, nunca previendo la posibilidad de que un ciclista se aproxime desde la otra dirección. Gracias a esta evidencia es indispensable que la infraestructura vial ciclista, en un entorno urbano, se diseñe lo más próximo al carril de baja velocidad, de forma unidireccional, en el mismo sentido de circulación del tránsito automotor y procurando alta visibilidad en las intersecciones.

La infraestructura vial ciclista en un entorno urbano se debe diseñar lo más próxima al carril de baja velocidad, de forma unidireccional, en el mismo sentido de circulación del tránsito automotor y procurando alta visibilidad en las intersecciones.



Adaptado de: Foran, 2008.



4.2. Elementos generales para la circulación cómoda y segura

La superficie de rodadura de cualquier infraestructura vial ciclista debe asegurar una conducción cómoda y segura. La comodidad exige una superficie uniforme, sin baches o irregularidades en el pavimento (deben reducirse en la medida de lo posible, minimizando la fricción al pedalear). Además, la seguridad requiere una adherencia adecuada de las ruedas de la bicicleta. Por lo tanto, el material que se debe utilizar para la superficie de rodadura en infraestructura ciclista es el asfalto.

Asimismo, toda infraestructura vial ciclista debe contemplar la colocación de iluminación adecuada, mobiliario urbano (como los biciestacionamientos), vegetación y arbolado, así como otros servicios para los ciclistas. Es importante destacar la necesidad de considerar obras inducidas al momento de diseñar, con el fin de evitar que los usuarios se encuentren con obstáculos al circular por el carril ciclista; por ejemplo, el drenaje, la reubicación de mobiliario urbano y de postes de redes eléctricas y telefónicas.

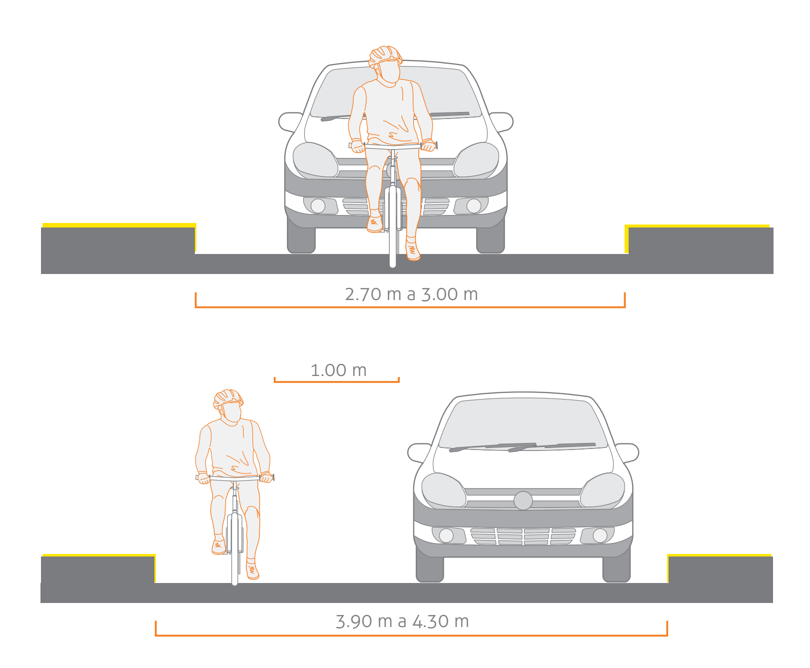
4.3. Infraestructura ciclista compartida

Aunque cuando se habla de infraestructura vial ciclista la mayoría de las personas piensa en vías segregadas del tránsito automotor, la realidad es que la mayor parte de los desplazamientos ciclistas se realizan de forma compartida con los demás vehículos. Además, gran parte de la red vial de las ciudades corresponde a vialidades de acceso y de tránsito local

en donde se circula a 30 Km/hr o menos, donde las velocidades y los volúmenes de los autos son perfectamente compatibles con la circulación ciclista. A pesar de lo anterior es necesario asegurarse, a través de medidas de pacificación del tránsito, que la convivencia se dé en las mejores condiciones para la circulación ciclista.

La infraestructura vial ciclista compartida puede darse tanto en el tratamiento de una vialidad completa, cuando ésta sea una vía de acceso, como en un solo carril de circulación, cuando se trate de vías colectoras o arterias. El principal secreto para asegurar la comodidad y la seguridad de los ciclistas en este tipo de intervención tiene que ver con los anchos de los carriles de circulación: cuando la dimensión del carril es menor a 3.00 metros, no hay posibilidad de que los vehículos automotores rebasen a los ciclistas, por lo que las normas y medidas para que los autos circulen a velocidades bajas deben ser muy rigurosas. En contraparte, las dimensiones entre 3.90 y 4.30 metros permiten que los automóviles rebasen a los ciclistas (sin cambiar de carril) de una forma segura.

Dimensión de carriles para infraestructura ciclista compartida



Para crear una vialidad compartida ciclista, es necesario implementar medidas de pacificación del tránsito.

4.3.1. Vialidad compartida ciclista

La vialidad compartida ciclista es una vía, colectora o de acceso, que presenta bajos volúmenes de tránsito y que, por lo tanto, otorga facilidad para darle prioridad a la circulación ciclista, compartiendo el espacio con el tránsito automotor de forma segura. Esta infraestructura es creada a partir de la modificación de la operación de la vía, con circulación de vehículos motorizados únicamente del tránsito local. Generalmente, cuenta con estacionamiento en vía pública y con un solo carril efectivo de circulación por sentido. Requiere de dispositivos para regular la velocidad.

- Vías susceptibles a intervenir: vías colectoras o de acceso, con velocidades permitidas de hasta 30 Km/hr.
- Sección: los carriles de circulación deben ser menores a 3 metros de ancho para permitir que el ciclista controle el carril.

Esta intervención requiere de medidas para la pacificación del tránsito, con el objetivo de controlar las velocidades, limitar los conflictos entre usuarios y dar prioridad a las bicicletas. De forma adicional se deben incorporar tratamientos que faciliten el cruce de los ciclistas en las vías principales.

Este tipo de infraestructura ciclista funciona mejor en vialidades altamente conectadas (traza reticular), en las que los ciclistas pueden seguir rutas razonablemente directas y donde existen arterias paralelas para el tránsito pesado.

La implementación de vialidades compartidas ciclistas se realiza en cinco niveles; conforme mayor es el nivel, aumenta la intervención física y su costo de implementación:



1. Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos indicando que la vía es de tránsito compartido, así como señalamientos informativos de destino para ciclistas.
2. Señalamiento horizontal: colocación de marcas en el pavimento indicando que la vía tiene prioridad ciclista, al igual que marcas delimitando el espacio de estacionamiento.
3. Tratamiento de intersecciones: los dispositivos de control en las intersecciones deben favorecer la circulación continua y conveniente de los ciclistas, así como proveer las condiciones para el cruce seguro en las vialidades principales.
4. Pacificación del tránsito: se deben implementar las técnicas para pacificar el tránsito que se ajusten a las características de la vialidad, con el objetivo de hacer compatibles las velocidades de las bicicletas y los automóviles. Estas vialidades deben contar con dispositivos que obliguen a respetar la velocidad permitida.
5. Desviar el tránsito: se pueden utilizar técnicas para desincentivar el tránsito automotor de paso; consisten en mantener los viajes en bicicleta continuos y sin obstáculos, mientras se restringe físicamente el paso a los automóviles en ciertos puntos de la vialidad. Los desvíos dirigen el mayor flujo de automóviles hacia vialidades primarias paralelas, permitiendo únicamente la circulación de bicicletas y tránsito local de autos.

Los niveles más altos requieren la previa implementación de los niveles inferiores. Es decir, que en una vialidad donde se aplique el nivel 3 también es necesario aplicar el nivel 1 y el 2.

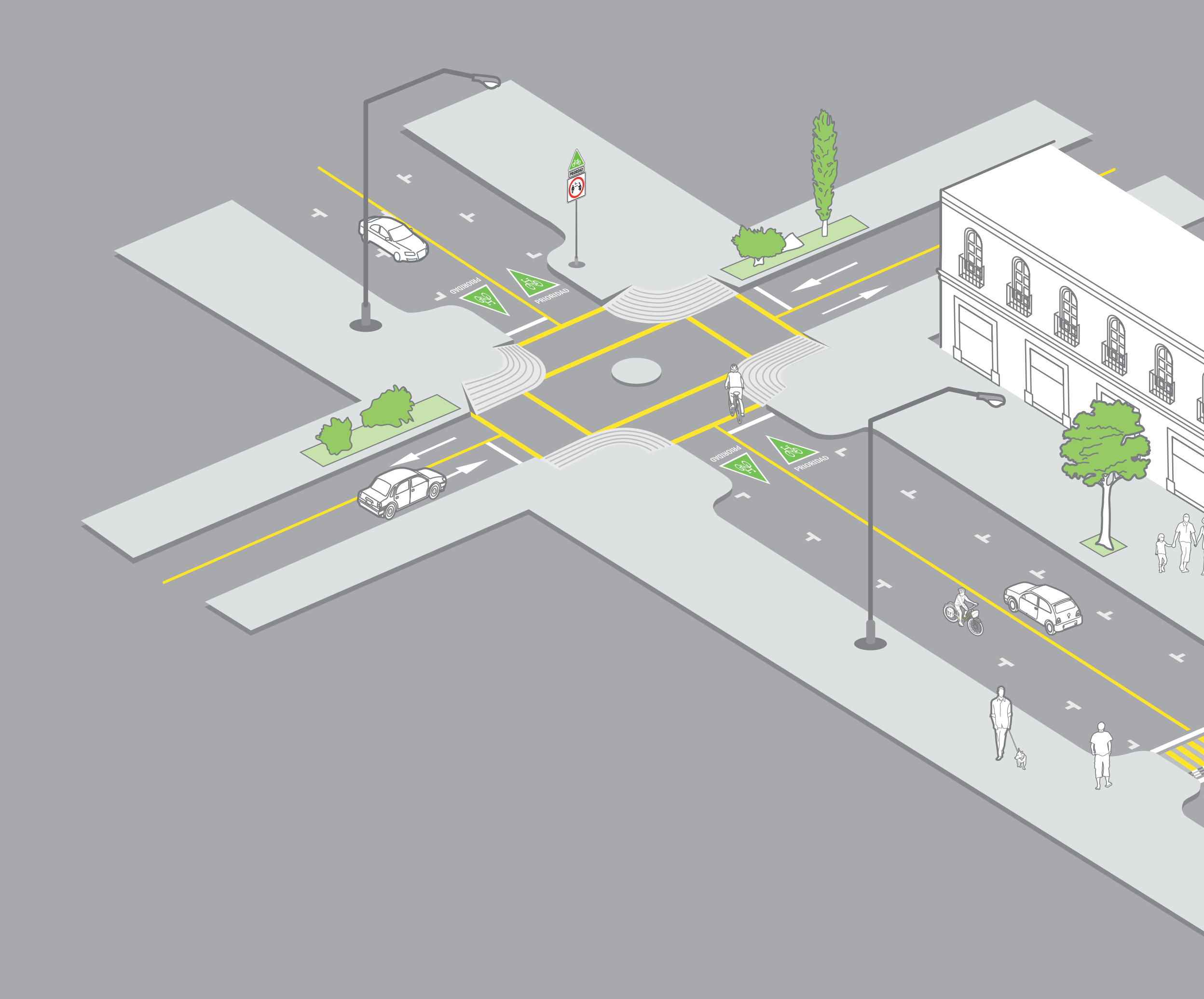
Ventajas

- Sirve como ruta paralela a vialidades primarias que carecen de infraestructura ciclista.
- Sirve como vía alimentadora a vialidades primarias con infraestructura ciclista para viajes largos.
- Es fácil de aplicar en la mayoría de las vialidades locales y tiene costos más razonables.
- Además de los beneficios para el ciclista, mejora la calidad de vida de la zona en la que se implementa, reduce ruido, contaminación y accidentes de tránsito.

Desventajas

- Percepción de menor seguridad por parte de los ciclistas inexpertos, en comparación con la infraestructura segregada.


PRIORIDAD


PRIORIDAD
PRIORIDAD
PRIORIDAD
PRIORIDAD


PRIORIDAD
PRIORIDAD
PRIORIDAD
PRIORIDAD

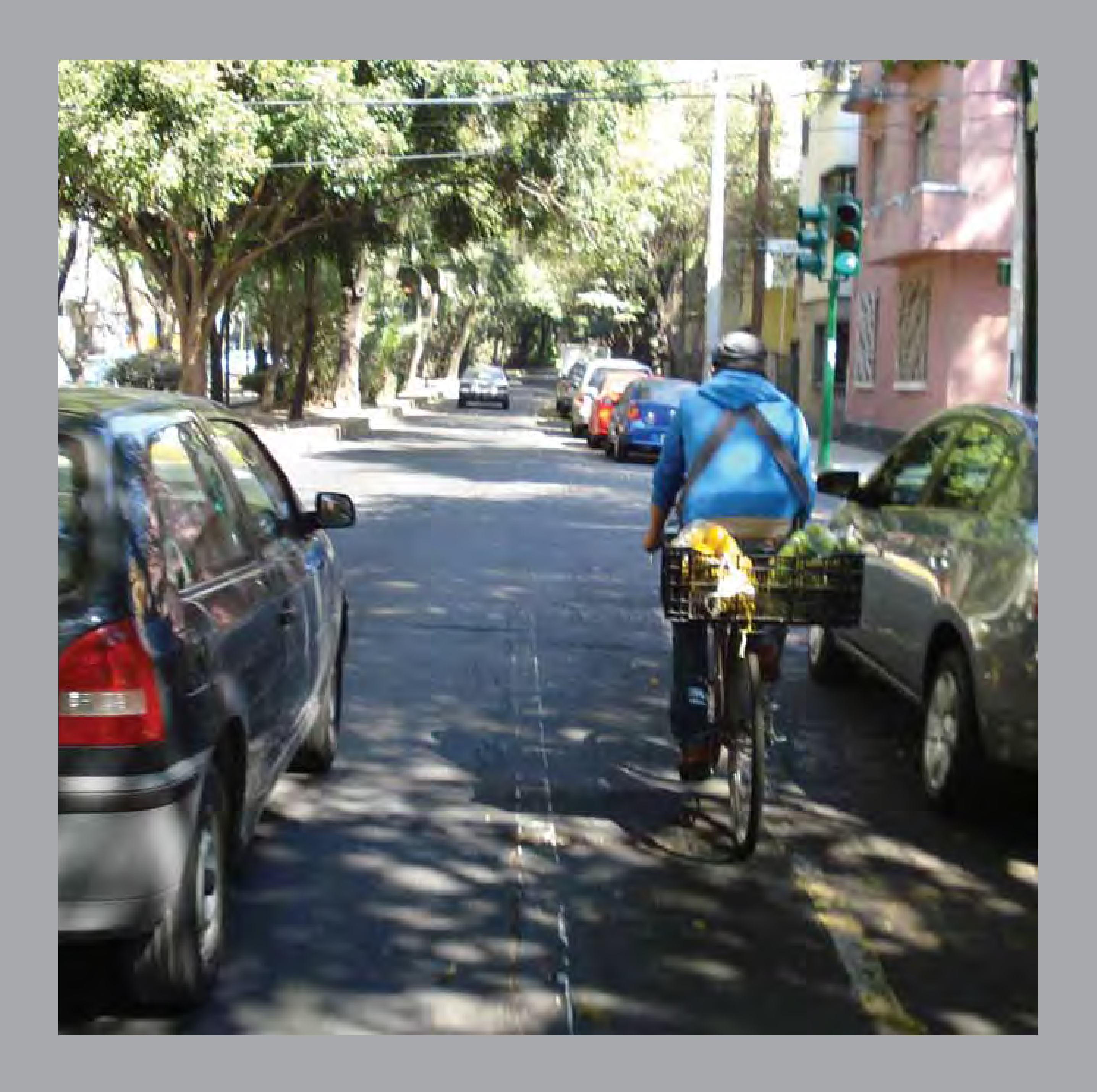
4.3.2. Carril compartido ciclista

Un carril compartido ciclista es aquel que da preferencia para las bicicletas y en el que se comparte el espacio con el tránsito automotor. Ubicados siempre en el extremo derecho del arroyo vehicular, estos carriles se pueden implementar en arterias y vías colectoras. El primer carril de circulación es adaptado para permitir la convivencia de las bicicletas con el tránsito automotor; los ciclistas siempre deben circular en el sentido de circulación establecido en el carril. Esta es una excelente primera medida ciclista; genera un espacio de circulación ciclista que atrae a usuarios existentes, para posteriormente incorporar en la vía una infraestructura segregada para todo tipo de usuarios.

- Vías susceptibles a intervenir: arterias y vías colectoras con velocidades permitidas de hasta 50 Km/hr.
- Sección: los carriles de circulación deben ser entre 3.90 y 4.30 metros de ancho, para permitir el rebase del ciclista con una distancia de 1.00 metro.
- Delimitación: raya doble en el costado izquierdo para delimitar el carril exclusivo. En el caso de existir estacionamiento en la vía pública, se debe colocar una franja de mínimo 0.50 metros de ancho en el costado derecho, como amortiguamiento para la apertura de portezuelas.

Lo que se debe evitar en la infraestructura ciclista compartida

Los carriles de entre 3.10 y 3.80 metros deben evitarse, ya que promueven un rebase riesgoso de los ciclistas. Puede crearse confusión en los automovilistas en cuanto a la distancia que deben guardar con los ciclistas al realizar un adelantamiento, provocando incomodidad en los ciclistas, o incluso, en algunas ocasiones, los autos pueden golpear el manubrio y provocar que se pierda el control de la bicicleta.



Para su implementación se requiere:

- Redistribución del espacio vial: para obtener un ancho suficiente en el carril derecho, que permita el rebase seguro entre bicicletas y automóviles, se debe ajustar el ancho de los demás carriles.
- Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos indicando que el carril derecho es de tránsito compartido.
- Señalamiento horizontal; colocación de marcas en el pavimento indicando que el carril derecho es de prioridad ciclista.
- Tratamiento de intersecciones: se deben colocar áreas de espera ciclista en todas las intersecciones semaforizadas, permitiendo el arranque preferente de los ciclistas al encender la luz verde del semáforo.
- Control de velocidad: es recomendable colocar reductores de velocidad que aseguren que la velocidad en el carril no sea mayor a 30 Km/hr. De esta forma se reducirá el riesgo de accidentes.

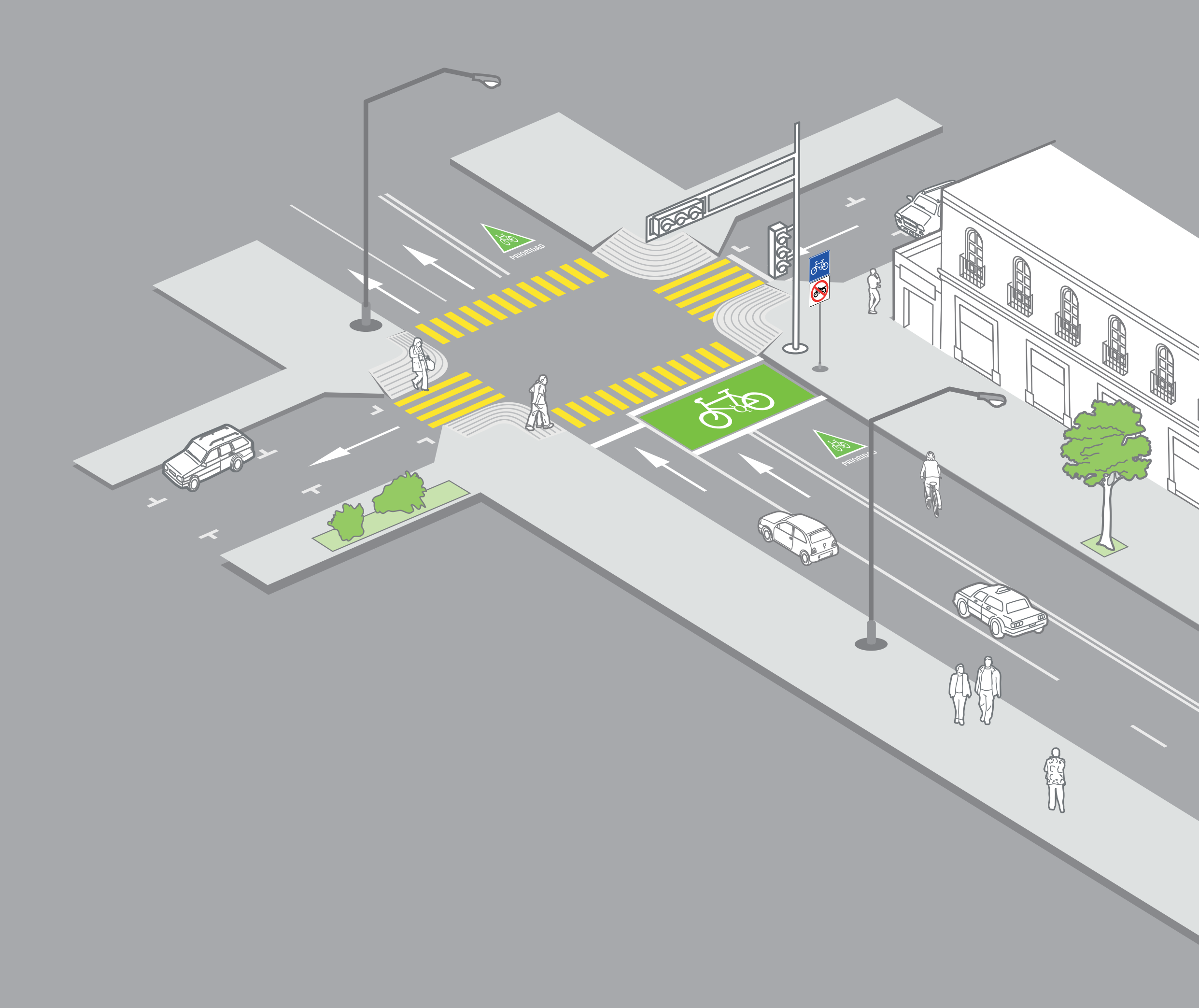
Ventajas

- Otorga un espacio de circulación cómodo y seguro para los ciclistas actuales.
- La ejecución es muy rápida y económica.
- Demuestra claramente un cambio en la prioridad de circulación.
- Acostumbra al automovilista a conferir el derecho de circulación a los ciclistas y permite irse apropiando del carril para uso exclusivo de bicicletas, con el fin de crear infraestructura ciclista segregada posteriormente.

Desventajas

- Esta intervención atrae a pocos ciclistas potenciales.
- El carril puede fomentar el estacionamiento ilegal.
- Requiere la colocación de un sello asfáltico o repavimentación del carril para implementar adecuadamente la medida.


PAQUETE
24 AUTO EXPRESS
INGRID LAILI


PRIORIDAD

Carril compartido ciclista



4.4. Infraestructura ciclista delimitada

Un ciclocarril es una franja dentro del arroyo vehicular destinada exclusivamente para la circulación ciclista; se delimita a través del señalamiento de un carril en el costado derecho de la vía. Este carril debe ser unidireccional, con el mismo sentido de circulación que está establecido en la vialidad elegida. Se utiliza en arterias que no cuentan con estacionamiento o en vialidades colectoras con estacionamiento derecho.

- Vías susceptibles a intervenir: arterias y vías colectoras con velocidades permitidas de hasta 50 Km/hr.
- Sección: ancho mínimo de 1.50 metros en áreas urbanas.
- Delimitación: raya doble en el costado izquierdo para delimitar carril exclusivo.

La implementación de ciclocarriles provoca un cambio en el comportamiento de todos los usuarios que, al ver un espacio de circulación exclusivo disminuyen sus precauciones y elevan su velocidad, reduciendo el nivel de seguridad que genera la delimitación. Por lo mismo, el ancho de los carriles se vuelve un factor clave, ya que los espacios amplios generan velocidades altas y las secciones estrechas generan maniobras riesgosas (Sanz, 1999).

Los factores a considerar para establecer el ancho de un ciclocarril son:

- Rebase de ciclistas lentos utilizando el área del ciclocarril.
- Estacionamiento de automóviles a la derecha del ciclocarril.
- Volumen del tránsito ciclista.
- Volumen y velocidad de los automóviles.

Ventajas
- Su implementación es económica y se realiza en poco tiempo.
- Atrae a usuarios existentes y potenciales.
- Refuerza el derecho a los ciclistas a circular por el arroyo vehicular.

Desventajas
- El ciclocarril puede ser invadido por automóviles y motocicletas, por lo que requiere de apoyo de la policía de tránsito a través de operativos que eviten que sea invadido.
- Percepción de menor seguridad por parte de ciclistas inexpertos, en comparación con la infraestructura segregada.

Lo que se debe evitar en la infraestructura ciclista delimitada
En ningún caso se deben implementar ciclocarriles bidireccionales o ciclocarriles que vayan en el mismo sentido de circulación vehicular en el costado izquierdo de la vía. En caso de existir estacionamiento en vía pública, siempre se debe destinar un área de amortiguamiento para la apertura de portezuelas.

La implementación de esta infraestructura ciclista se realiza a través de:

- Redistribución del espacio vial: se requiere ajustar el ancho de todos los carriles de la vía o eliminar un carril de circulación o de estacionamiento para asignar el espacio del ciclocarril. Los carriles de circulación adyacentes al ciclocarril deben medir mínimo 3.00 m en áreas urbanas y 3.50 m en áreas interurbanas.
- Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos indicando que existe el servicio de ciclocarril, así como señalamientos restrictivos indicando la prohibición de motocicletas en ese espacio.
- Señalamiento horizontal: colocación de marcas en el pavimento para delimitar el ciclocarril, así como marcas de identificación de carriles ciclistas. Cuando exista estacionamiento adyacente, se deben marcar los cajones de estacionamiento y colocar una franja de amortiguamiento con un mínimo de 0.50 m para la apertura de portezuelas. En accesos a cocheras, se deben utilizar marcas para indicar el cruce ciclista. Es ideal colocar señalamientos de destinos ciclistas y de identificación de ruta.



- Tratamiento de intersecciones: se deben colocar áreas de resguardo ciclista en las intersecciones, ya sea para permitir el arranque prioritario cuando exista vuelta a la derecha o para permitir que los ciclistas giren a la izquierda. Se deben colocar marcas indicando el área de cruce ciclista en todas las intersecciones; es recomendable instalar orejas si existe estacionamiento adyacente.
- Aplicación de la ley: es muy común que este tipo de infraestructura sea invadida por estacionamiento ilegal, por lo que es indispensable contar con un programa permanente de sanciones a los automovilistas que invadan el área de circulación ciclista.

Dimensiones de ciclocarriles en áreas urbanas*

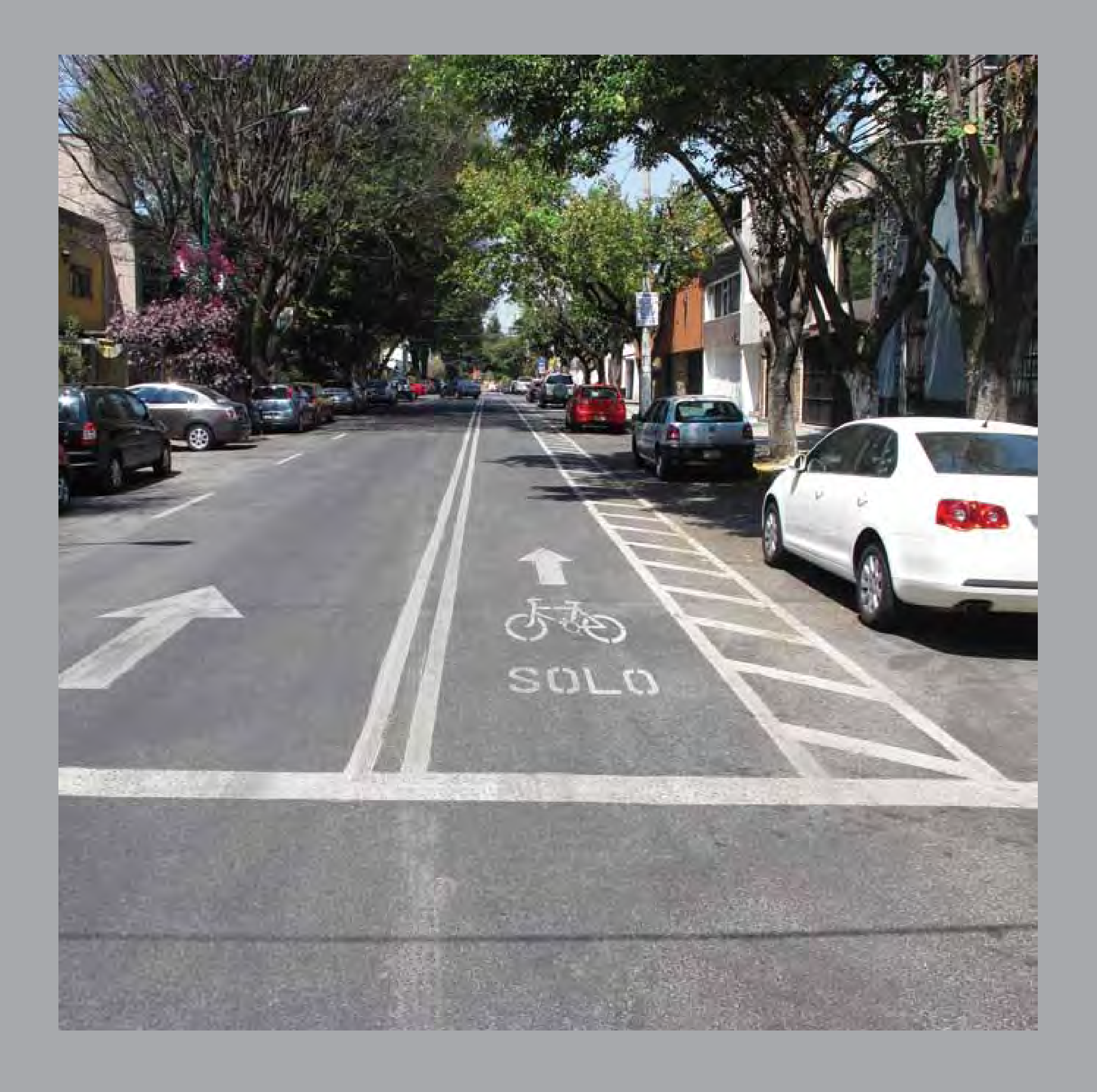
Tipo	Más de 1,500 ciclistas/día	Menos de 1,500 ciclistas/día
Ciclocarril sin estacionamiento a un costado	2.25 m	1.50 m
Ciclocarril con estacionamiento a un costado	2.50 m	1.50 m

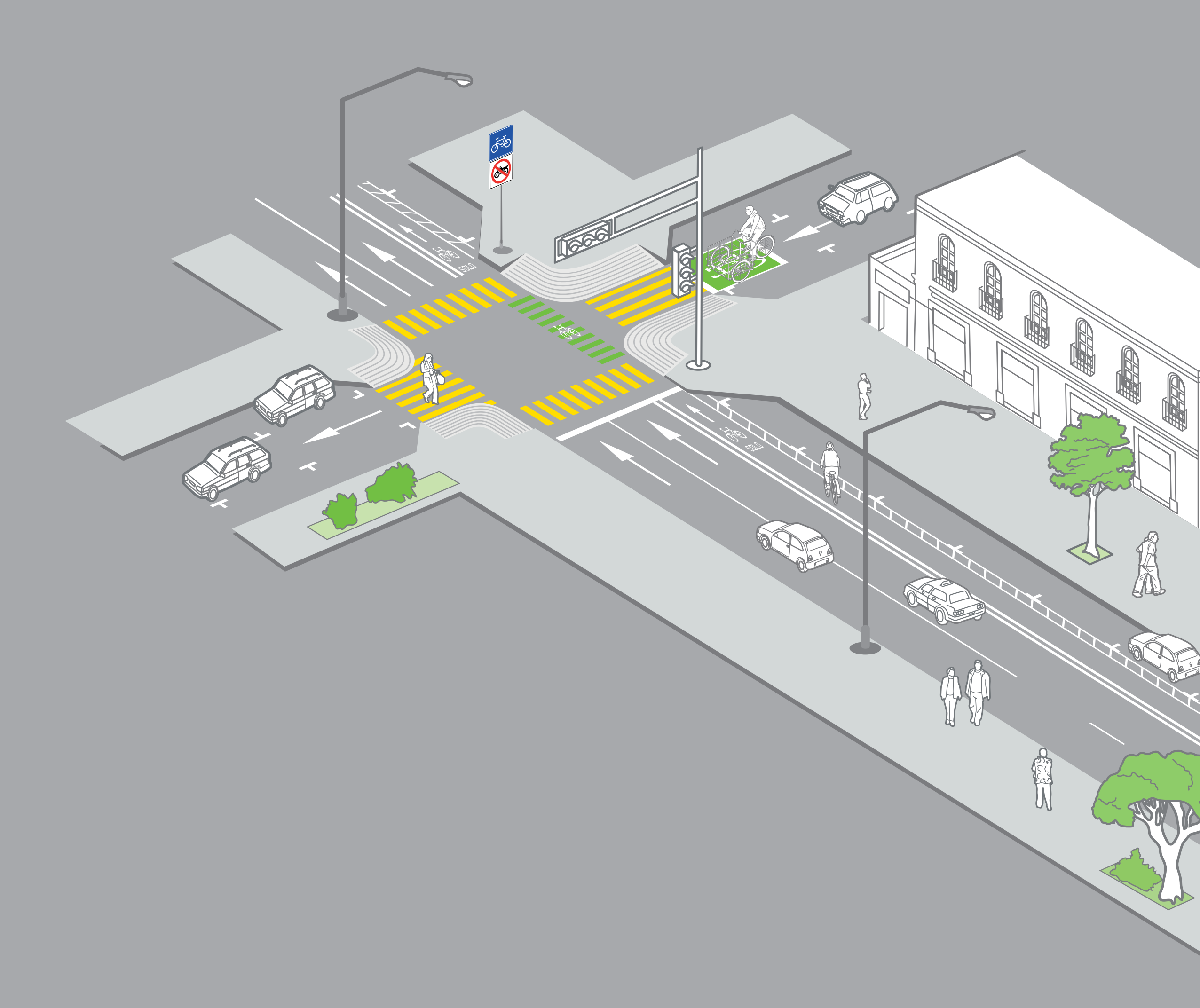
* Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/hr en zonas planas.

Dimensiones de ciclocarriles en áreas interurbanas*

	Mayor a 70 Km/hr	Menor a 70 Km/hr
Para volúmenes vehiculares mayores a 2,000 autos/día	2.50 m	1.70 m
Para volúmenes vehiculares menores a 2,000 autos/día	2.50 m	1.70 m

* Dimensiones para velocidades de diseño de 40 Km/hr en zonas planas.


SOLO





4.5. Infraestructura ciclista segregada

La ciclovía unidireccional es una vía o sección de una vía exclusiva para la circulación ciclista físicamente separada del tránsito automotor pero dentro del arroyo vehicular. Se debe establecer como un carril unidireccional, en el sentido de circulación del tránsito y ubicarse en el extremo derecho del arroyo vehicular.

- Vías susceptibles a intervenir: arterias y vías colectoras con velocidades permitidas entre los 50 y 70 Km/hr.
- Sección: el ancho efectivo de circulación óptimo es entre 2.00 y 4.00 m, dependiendo del número de usuarios.
- Confinamiento: en vialidades sin estacionamiento en vía pública, se deben colocar elementos de confinamiento con un ancho mínimo de 0.50 m, acompañados de raya doble para delimitar el carril exclusivo. La separación entre las rayas corresponde al ancho del confinamiento.

El ancho mínimo de una ciclovía unidireccional segregada se define en función del número de ciclistas que circulan en ella en hora pico (o haciendo una proyección de cuando ya esté implementado).

Lo que se debe evitar en la infraestructura ciclista segregada
En contextos urbanos no se deben implementar ciclovías bidireccionales o ciclovías que vayan en el mismo sentido de circulación vehicular en el costado izquierdo de la vía. Se deben evitar las ciclovías sobre los camellones y sobre las banquetas existentes, dado que ponen en riesgo a los ciclistas en las intersecciones y tienden a ser invadidas por peatones. En caso de existir estacionamiento en vía pública, siempre se debe colocar un área de amortiguamiento para la apertura de portezuelas.

TOMO IV
PAG. 163

Para segregar los tránsitos peatonal, ciclista y automotor existe una variedad de medidas:

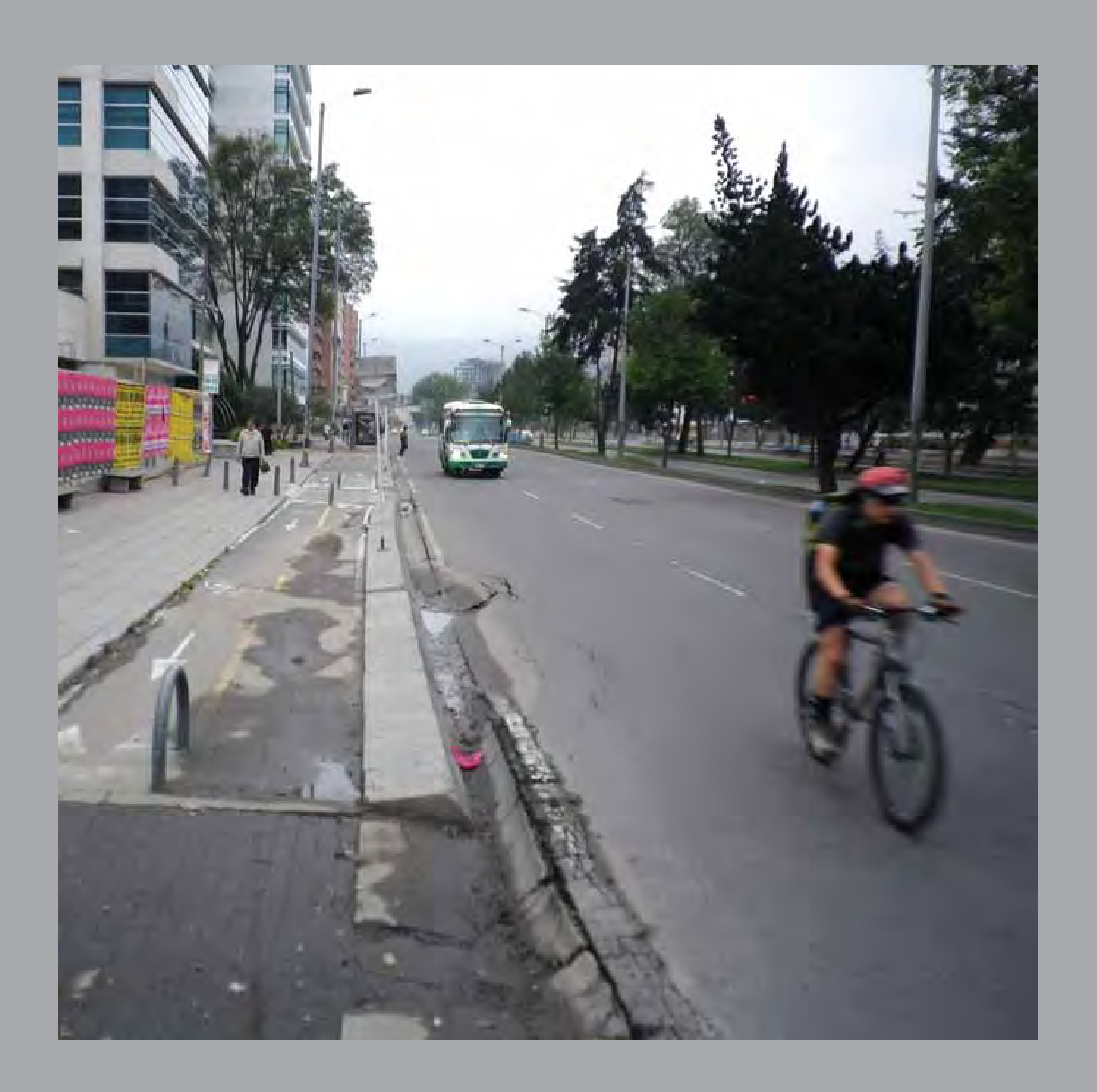
- fajas separadoras (guarniciones);
- elementos de confinamiento prefabricados;
- elevación del pavimento;
- Vegetación o área de estacionamiento adyacente.

Cuando haya un área de estacionamiento se puede utilizar el cordón del estacionamiento como confinamiento, complementándolo con una franja de mínimo 0.50 m de ancho como amortiguamiento para la apertura de portezuelas.

En todos los casos se debe cuidar que, al acercarse a las intersecciones, el flujo ciclista y automotor sean visibles y se integren de forma segura para evitar colisiones, sobre todo por giros a la derecha de los vehículos motorizados. Esto implica dejar por lo menos 10.00 m libres de obstáculos para visualizar al ciclista antes de cualquier intersección. Otro aspecto que se debe cuidar son las bahías para ascenso y descenso del transporte público y para las maniobras de vehículos de servicio o de distribución.

La implementación de esta infraestructura se realiza a través de:

- Redistribución del espacio vial: se requiere ajustar el ancho de todos los carriles de la vía o eliminar un carril de circulación o estacionamiento para asignar el espacio de la ciclovía.
- Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos indicando que existe el servicio de ciclovía y de señalamientos restrictivos indicando la prohibición de motocicletas en este espacio. Es ideal colocar señalamientos de destinos ciclistas y de identificación de la ruta.
- Señalamiento horizontal: colocación de elementos de confinamiento con reflectante o separación física y raya doble para delimitar el carril exclusivo, así como colocación de marcas de identificación de carriles ciclistas.



Cuando exista estacionamiento adyacente en el costado izquierdo, se deben marcar los cajones de estacionamiento y colocar una franja de amortiguamiento con un mínimo de 0.50 m para la apertura de portezuelas. En accesos a cocheras se deben utilizar marcas para indicar el cruce ciclista.

- Tratamiento de intersecciones: se deben colocar áreas de resguardo ciclista en las intersecciones, ya sea para permitir el arranque prioritario cuando exista vuelta a la derecha o para permitir que los ciclistas giren a la izquierda. Se deben colocar marcas para indicar el área de cruce ciclista en todas las intersecciones y es recomendable instalar orejas si existe estacionamiento adyacente.
- Aplicación de la ley: es muy común que este tipo de infraestructura sea invadida en los accesos a intersecciones y cocheras, por lo que es indispensable contar con un programa permanente que sancione a los automovilistas que invadan el área de circulación ciclista.

Dimensiones de ciclovías unidireccionales en áreas urbanas*

Volumen ciclista unidireccional en hora pico (ciclistas/hr)	Ancho de carril
0 - 150	2.00 m
150 - 750	3.00 m (2.50 m mínimo)
>750	4.00 m (3.50 m mínimo)

* Dimensiones para velocidades de diseño de 30 Km/hr en zonas planas.
Adaptado de: CROW, 2007.

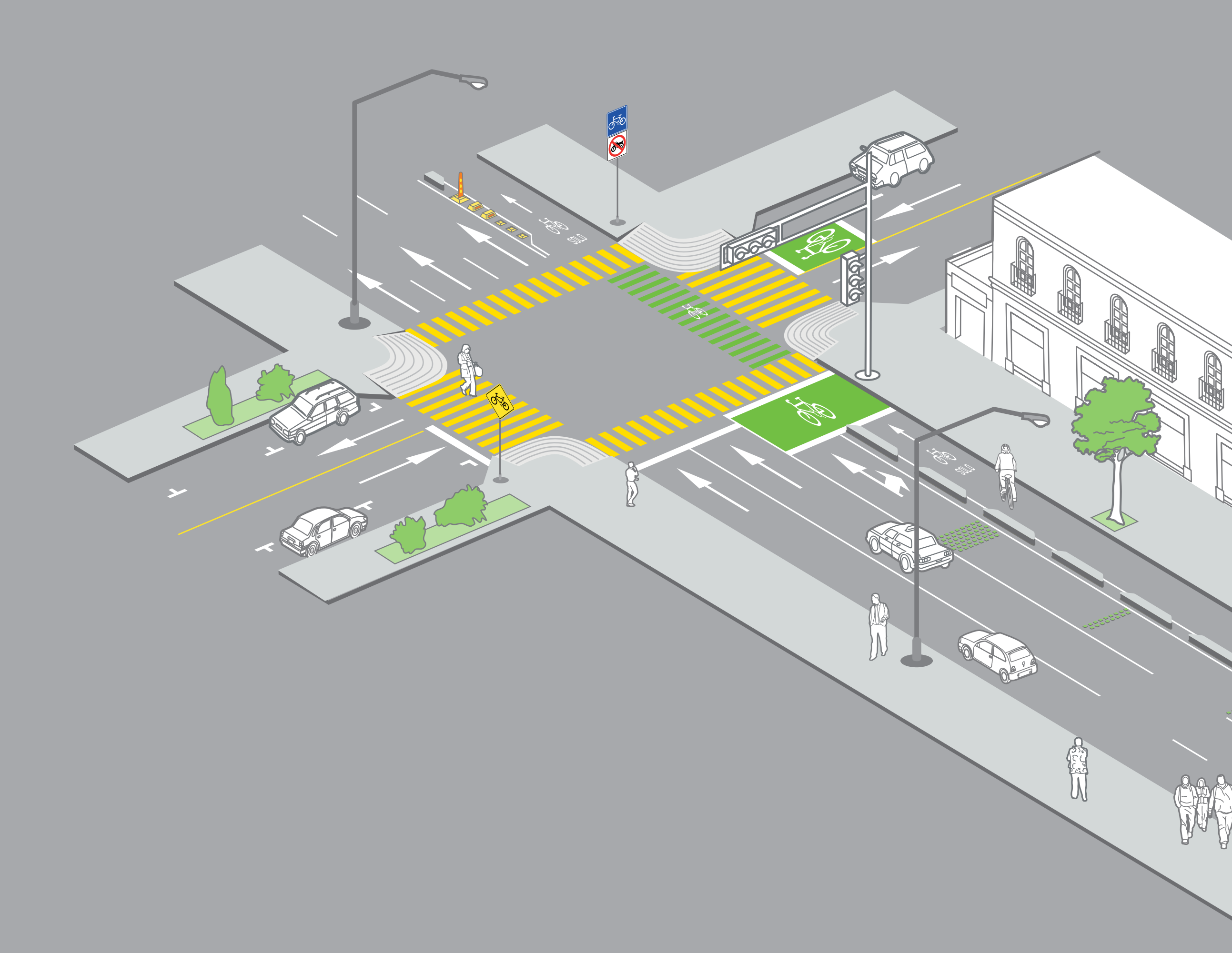
Ventajas

- Da una percepción de gran comodidad y seguridad, por lo que atrae a usuarios existentes y potenciales.
- Mejora la imagen urbana de las vías donde se implementa.
- Es una acción contundente que demuestra un cambio en la prioridad de circulación.

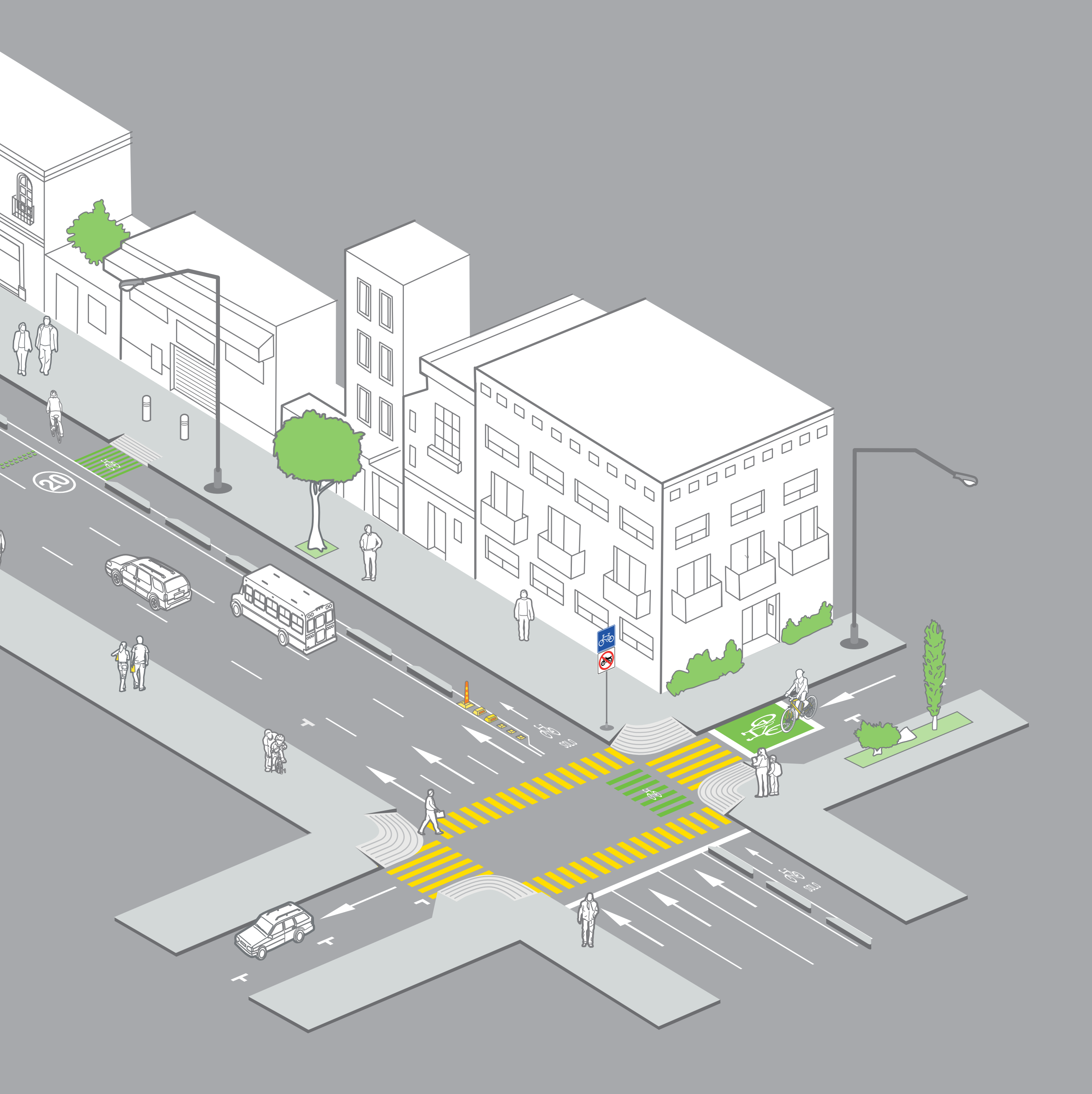
Desventajas

- Su implementación es más costosa y se realiza en un mayor plazo de tiempo.
- Es una implementación socialmente difícil ya que reduce la capacidad de la vía, por lo que requiere de voluntad política.
- Requiere del apoyo de la policía de tránsito, a través de operativos que eviten que sea invadido por autos estacionados en los accesos a cocheras y en las intersecciones.





Ciclovía unidireccional



4.6. Infraestructura ciclista de trazo independiente

La infraestructura ciclista de trazo independiente se refiere a aquellas vialidades exclusivas para la circulación ciclista, apartadas de la circulación del tránsito automotor y cuyo espacio de diseño no depende de la redistribución del arroyo vehicular. Normalmente son bidireccionales, aunque se pueden diseñar de manera unidireccional.



- Áreas susceptibles a intervenir: únicamente deben ubicarse en áreas verdes, derechos de vía, cauces o zonas federales, áreas naturales protegidas y áreas interurbanas. Como excepción se pueden colocar en camellones con escasas intersecciones (una cada 500 m como mínimo), siempre y cuando no sea necesario cruzar más de 3 carriles para acceder al camellón (incluyendo el carril de estacionamiento).
- Sección: el ancho efectivo de circulación bidireccional debe ser entre 2.60 y 4.00 m, dependiendo del número de usuarios.
- Área de amortiguamiento: siempre se debe contemplar un área de amortiguamiento de 1.00 m de ancho en cada costado de la ciclovía. En caso de que exista un área de circulación peatonal adyacente, ésta debe contar con un ancho mínimo de 2.00 m.

El ancho mínimo de una ciclovía bidireccional se define en función del número de ciclistas que circulan en ella en hora pico.

Cuando los estudios preliminares determinen que en el trazo hay un flujo peatonal, se debe considerar un área de circulación adyacente al trazo de la ciclovía, delimitada con marcas en el pavimento o con un cambio de material en la superficie.

Este tipo de infraestructura no requiere quitar espacio de la vía para su creación, ya que se establece en áreas donde existe un derecho de vía o en espacios abiertos.

Lo que se debe evitar en la infraestructura ciclista de trazo independiente
En entornos urbanos no se deben implementar ciclovías bidireccionales, salvo en escasas excepciones. Se deben evitar ciclovías sobre los camellones, dado que ponen en riesgo a los ciclistas en las intersecciones y tienden a ser invadidas por peatones.

Dimensiones de ciclovías bidireccionales*

Volumen ciclista bidireccional en hora pico (ciclistas/hr)	Ancho de vía
0 - 50	2.60 m
50 - 150	2.50 a 3.00 m
> 150	3.50 a 4.00 m

* Dimensiones para velocidades de diseño de 40 Km/hr en zonas planas.
Adaptado de: CROW, 2007.

Dimensiones de faja separadora en ciclovías interurbanas

Velocidad máxima de la vía adyacente	Ancho de faja separadora
60 Km/hr	≥ 1.50 m
≥ 80 Km/hr	≥ 4.50 m
> 100 Km/hr	> 6.00 m

En las áreas interurbanas, cuando existe una carretera de dos carriles, se puede colocar una ciclovía bidireccional a un costado. Cuando se trate de una carretera de cuatro o más carriles y existan destinos en ambos lados de la carretera, es recomendable colocar un cuerpo de ciclovía bidireccional en ambos lados, siempre contemplando una faja separadora.

La implementación de esta infraestructura se realiza a través de:

- Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos indicando que existe el servicio de ciclovía y señalamientos restrictivos indicando la prohibición de motocicletas en este espacio. Es ideal colocar señalamientos de destinos ciclistas y de identificación de ruta.
- Señalamiento horizontal: colocación de raya separadora de sentido de circulación y rayas delimitadoras de área de circulación, así como marcas de identificación de carriles ciclistas.
- Tratamiento de intersecciones: se deben colocar marcas indicando el área de cruce ciclista en todas las intersecciones y, en caso de existir barreras urbanas o naturales, se deben colocar pasos a desnivel.
- Faja separadora: en caso de colocarse junto a un cuerpo vial, se debe contemplar el espacio para una faja separadora.
- Estaciones de servicios: colocación de equipamientos y servicios complementarios.

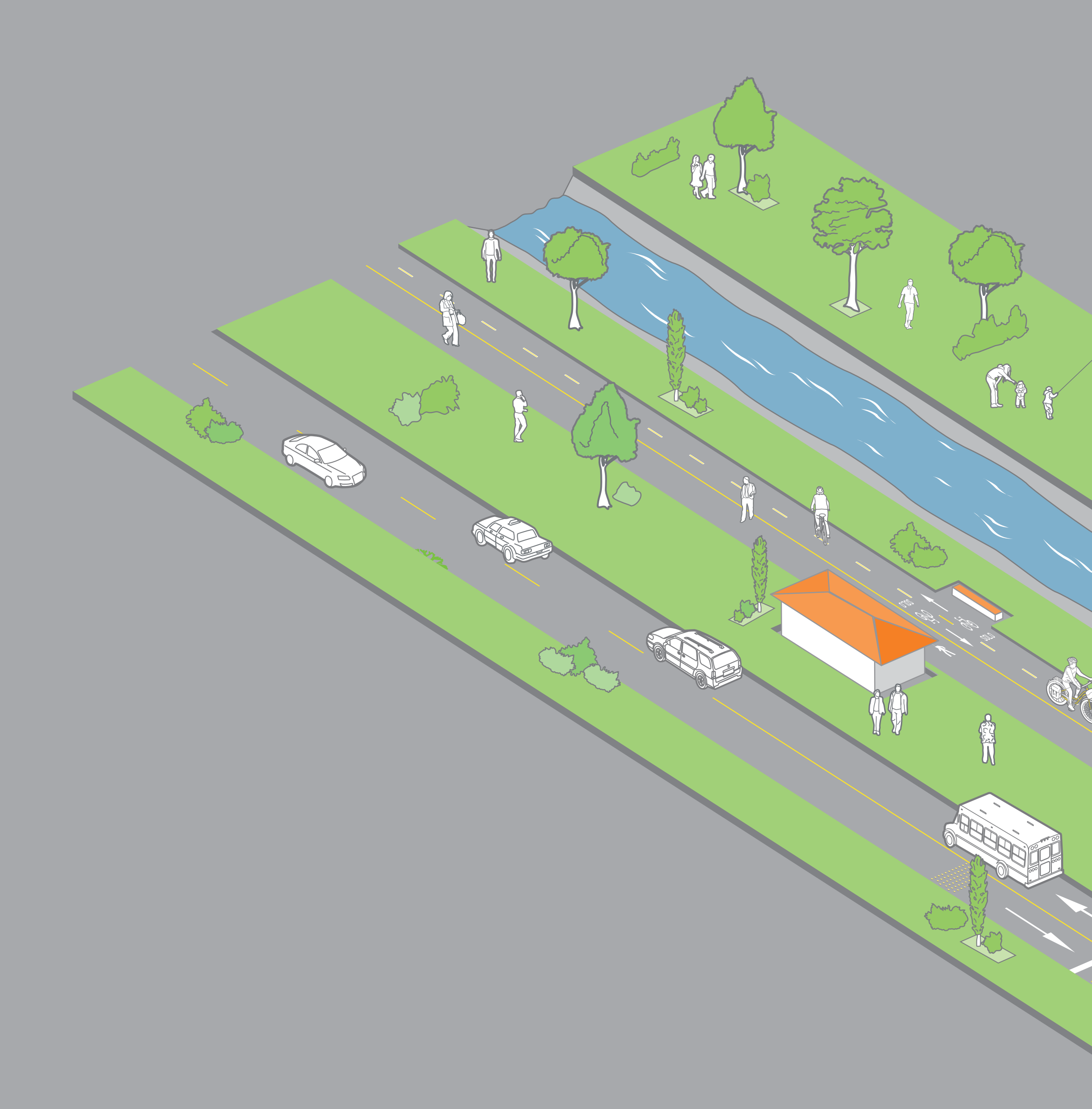
Ventajas

- Es una excelente opción para conectar una zona suburbana con una urbana, especialmente si las opciones de transporte son limitadas.
- Permite hacer viajes de recreación y turismo.
- Permite la recuperación de espacios abandonados.

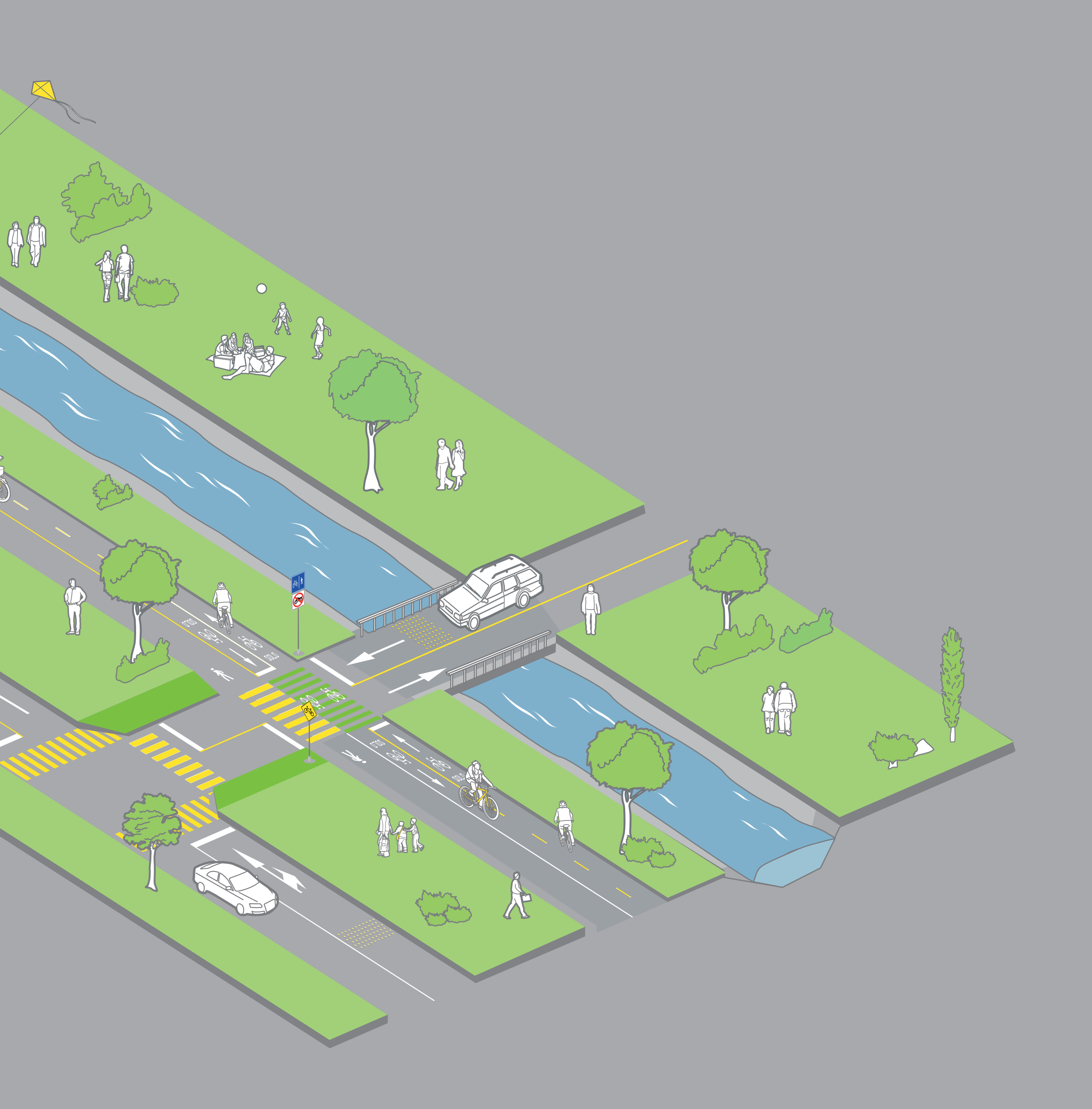
Desventajas

- Su implementación es más costosa y se realiza en un mayor plazo de tiempo.
- Requiere de apoyo de la policía de tránsito, a través de operativos que eviten que sea invadido por asentamientos informales.
- Requiere un plan de manejo a largo plazo, dado que es susceptible a un rápido deterioro.





Ciclovía bidireccional





5. TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS

Gran parte del éxito de una infraestructura vial ciclista se obtiene al dar un tratamiento adecuado a las zonas donde se pueden presentar posibles conflictos con los demás usuarios de la vía. Asimismo, en las vialidades donde existen proyectos para el transporte público y el espacio es limitado, dificultándose la construcción de una infraestructura exclusiva para la bicicleta, se debe otorgar un área adecuada a los modos más eficientes de movilidad y no simplemente restringir su circulación.

A continuación se detallan las diversas soluciones de diseño para casos recurrentes de la infraestructura vial ciclista, que tienen como objetivo fomentar una interacción adecuada entre ciclistas y otros usuarios de la vía. Además, se explican los tratamientos para evitar las barreras urbanas al contruir infraestructura ciclista.

5.1. Ciclistas y transporte público

Es frecuente que la infraestructura ciclista se encuentre en una vía que cuenta con servicio de transporte público de pasajeros. Dado que los ciclistas normalmente circulan en el extremo derecho de la vía, donde comúnmente los vehículos de transporte público realizan maniobras de ascenso y descenso de pasajeros, es necesario identificar soluciones que minimicen los conflictos que se puedan suscitar entre ambos tipos de vehículos, así como con los peatones que abordan las unidades de transporte público.

5.1.1. Vías ciclistas con paradas de transporte público

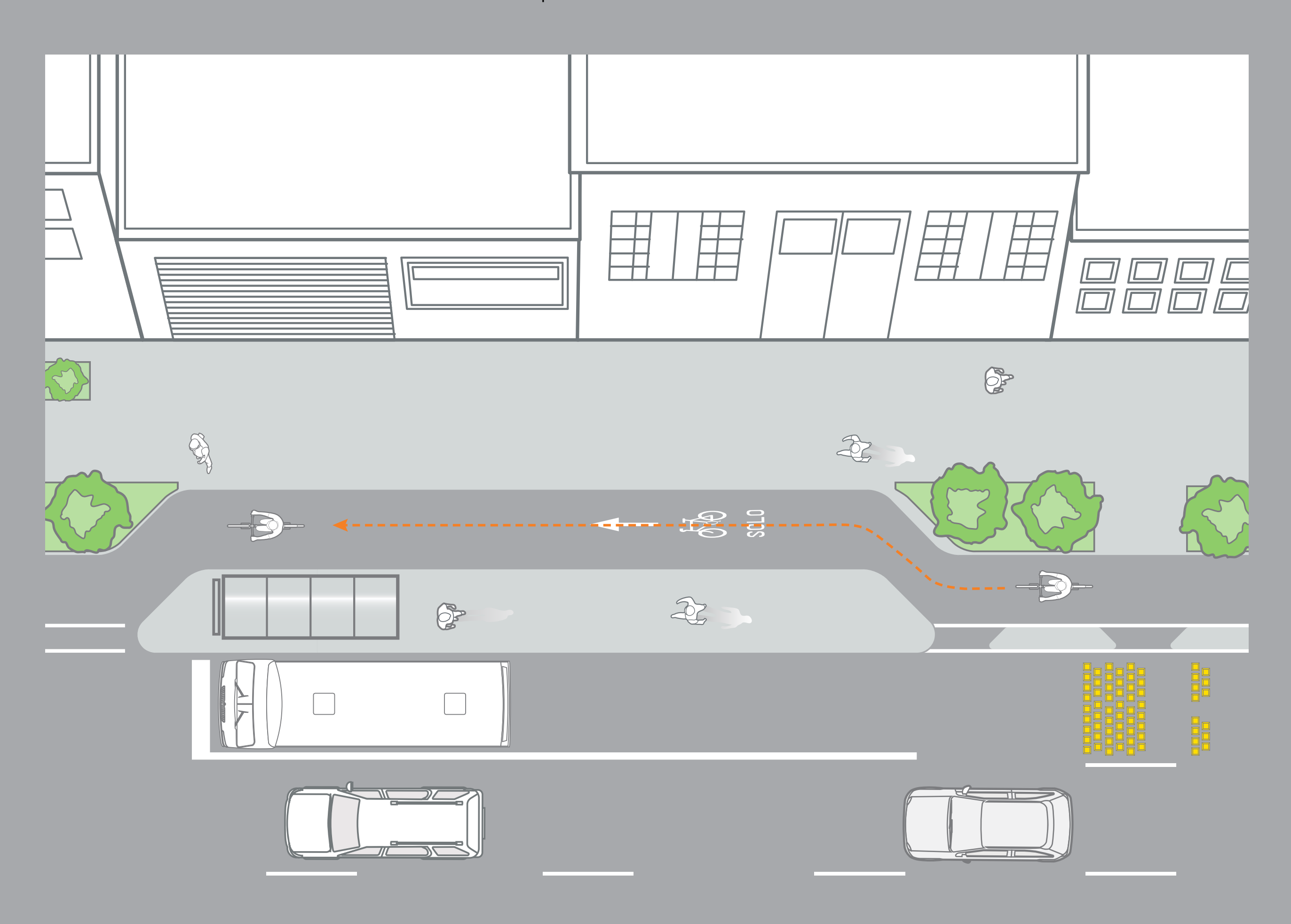
Existen cuatro soluciones utilizadas alrededor del mundo para resolver el conflicto que se presenta al implementar una infraestructura ciclista delimitada o segregada que cuente con paradas de transporte público. Cada una es aplicable dependiendo de la disponibilidad del espacio en la vía y otorga diferentes niveles de seguridad y comodidad a los usuarios.



a. Parada de transporte público con desvío ciclista

En esta solución se coloca el cobertizo de la parada de transporte público (parabús) sobre la trayectoria del carril ciclista, por lo que las bicicletas tienen que rodear el mobiliario urbano por la parte posterior, en el sitio donde originalmente se encontraba el parabús. De esta forma, los vehículos de transporte público realizan las maniobras sobre su carril de circulación.

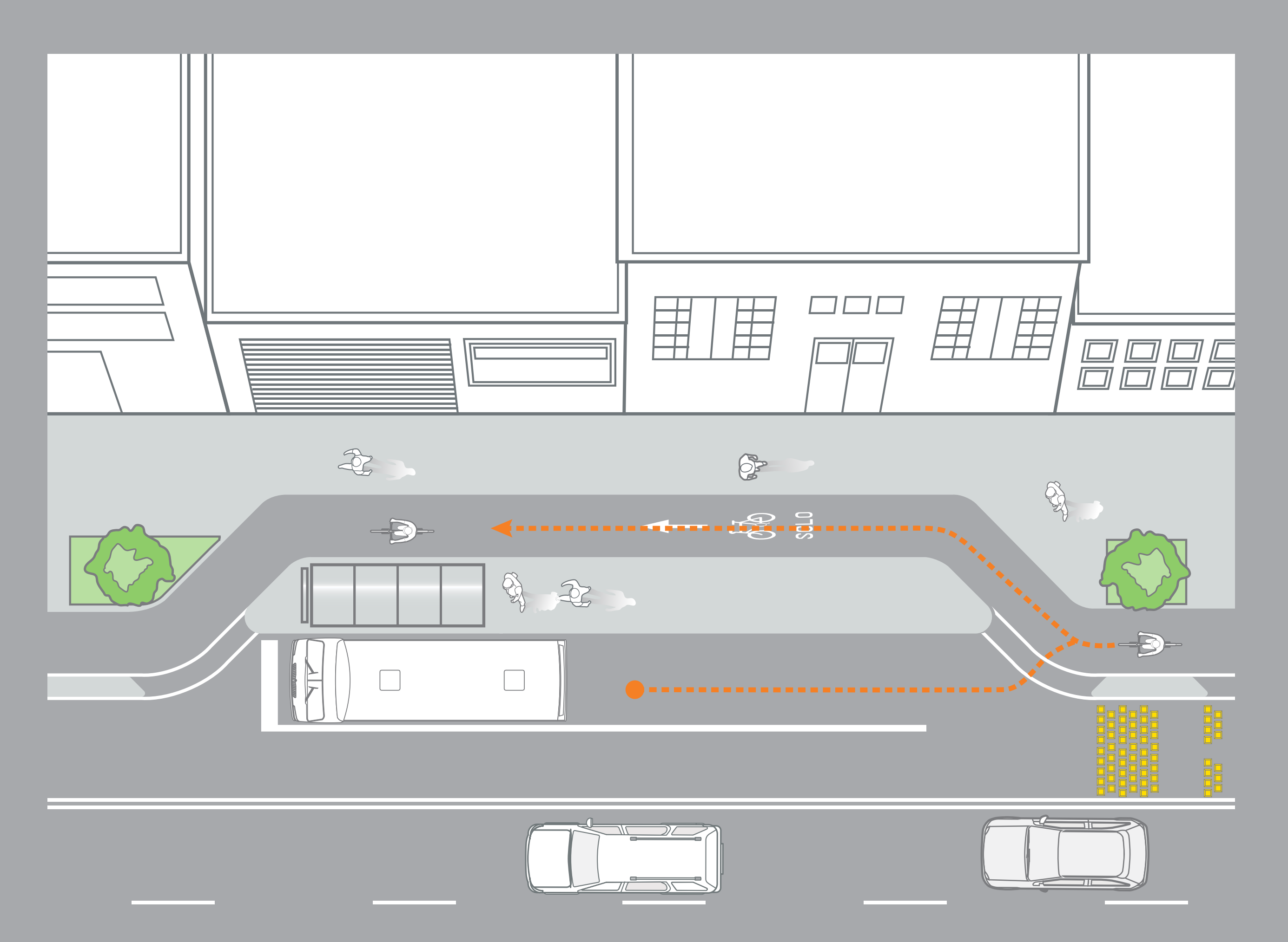
Esta opción es recomendable sólo cuando la franja de mobiliario urbano tiene una superficie amplia que permite la circulación ciclista sin invadir el área de circulación peatonal.



b. Parada de transporte público con trayectoria dual ciclista

Cuando se cuenta con una banqueta amplia, se puede seleccionar un diseño con el que el parabús continúe en su ubicación original y el ciclista pueda optar por circular de frente o rodear el mobiliario.

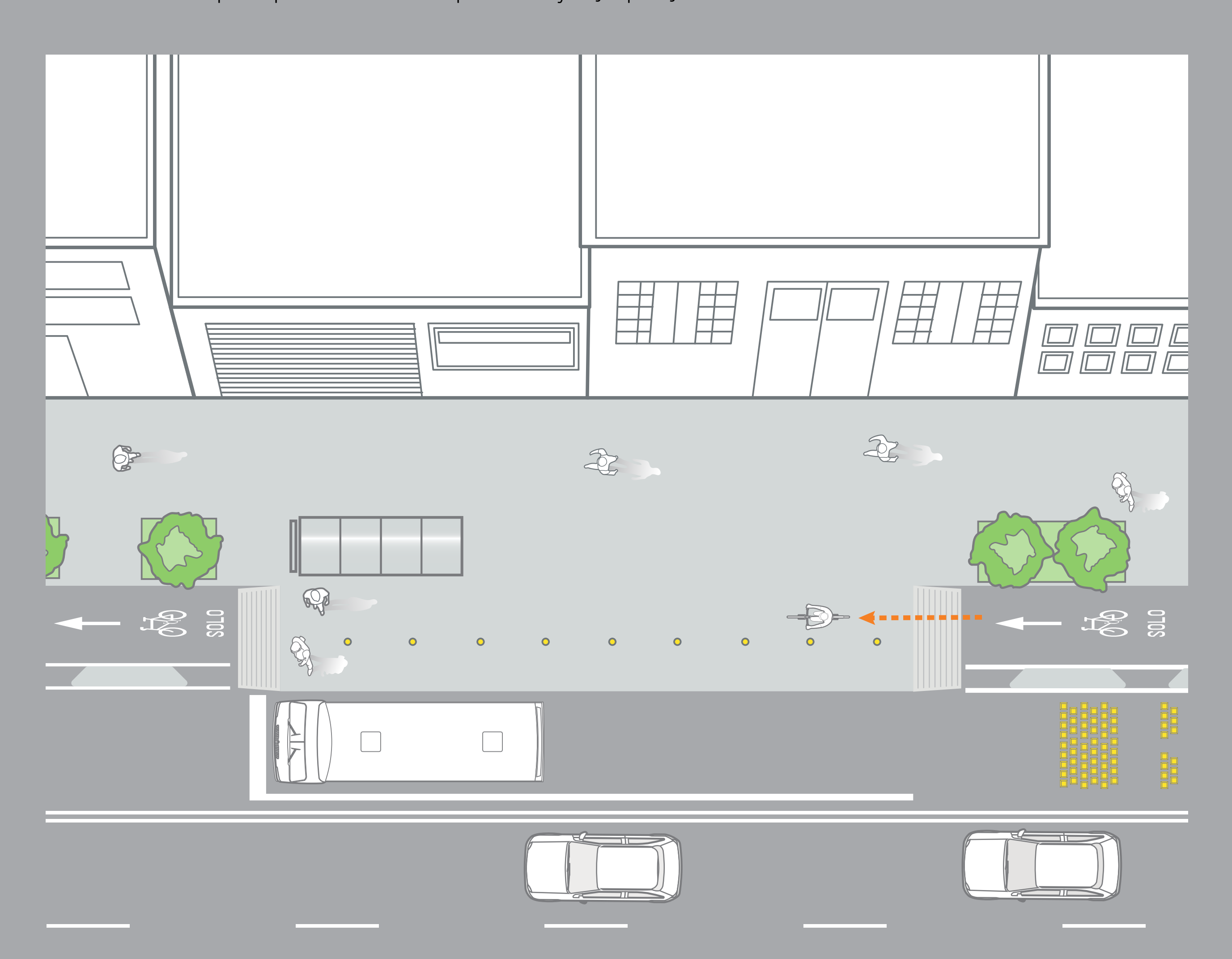
En este caso, se elimina el confinamiento del carril ciclista en el área de la parada de transporte público y se construye un desvío por la parte posterior del mobiliario sobre el área de circulación peatonal. De esta forma, los ciclistas tienen que rodear el parabús cuando un vehículo de transporte público se incorpore al carril de bicicletas para el abordaje de pasajeros o pueden seguir de frente si en ese momento no hay algún vehículo haciendo maniobras.



c. Parada de transporte público con área compartida peatón - ciclista

Al elevar el carril ciclista a nivel de banqueta, a través de un reductor de velocidad tipo lomo, se crea una oreja para el ascenso y descenso de pasajeros del transporte público, por lo que no es necesario modificar la ubicación original del parabús.

Con dicha configuración el peatón tiene preferencia de paso, por lo que el ciclista es obligado a detenerse cuando los vehículos de transporte público hacen alto para subir y bajar pasajeros.

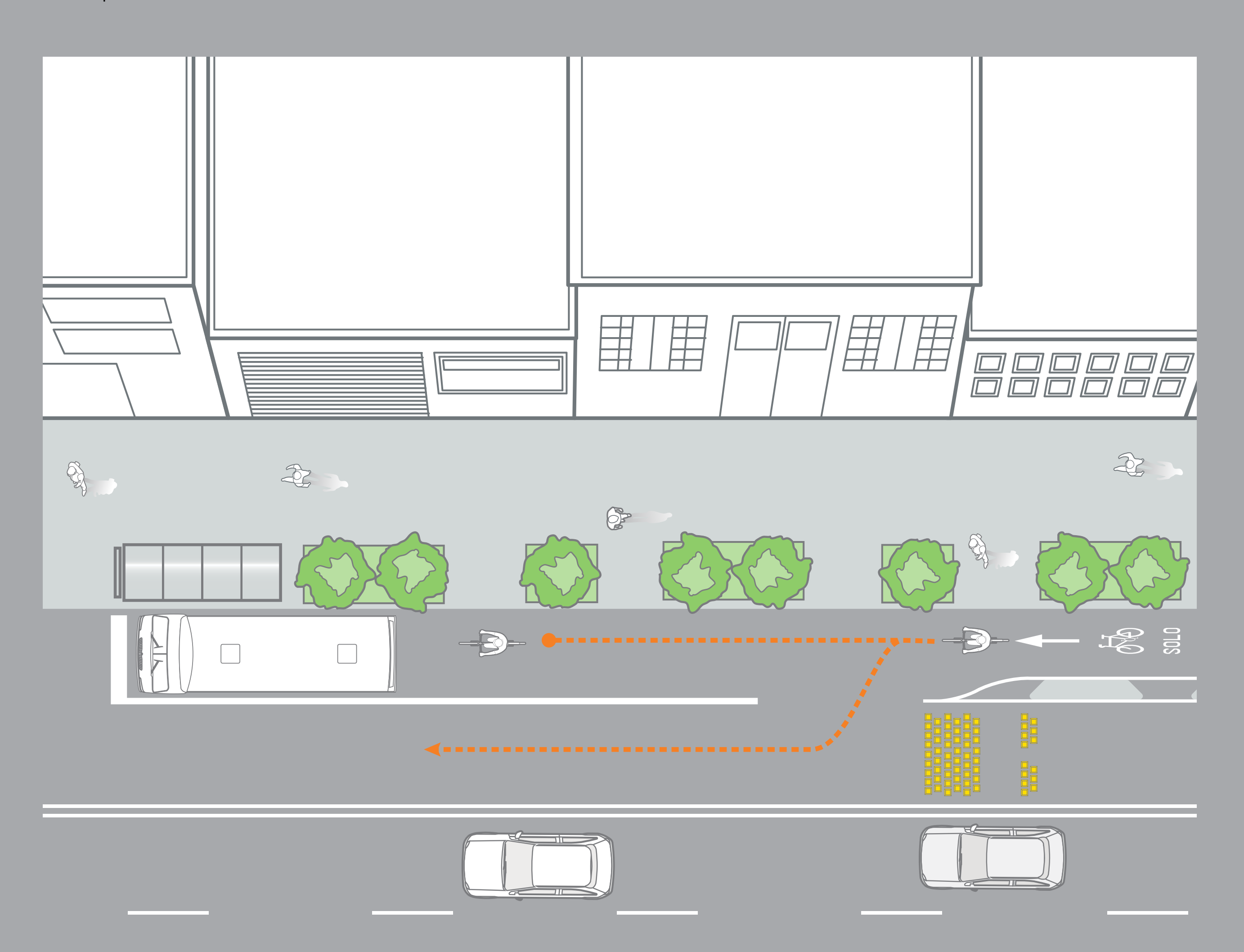


TOMO IV
PAG. 237

d. Parada de transporte público con bahía compartida bus - bicicleta

Para esta solución, se requiere interrumpir el confinamiento del carril ciclista para convertirse en una bahía en la que los autobuses se incorporan para el ascenso y descenso de pasajeros. De esta forma, el ciclista tiene que detenerse cuando hay un vehículo de transporte público haciendo maniobras o puede seguir de frente si el espacio se encuentra vacío.

En esta situación la posición del parabús no se modifica y puede utilizarse tanto para infraestructura ciclista segregada como para la delimitada.



Fortalezas y debilidades de los diversos tratamientos de parada de transporte público

a	b	c	d	Fortalezas
	X		X	Permite el rebase de vehículos de transporte público.
	X	X	X	Responde al deseo natural de circulación ciclista.
X		X	X	No afecta el área de circulación peatonal existente.
			X	No hay conflicto con peatones (los usuarios más vulnerables).
		X	X	No hay derribo de árboles o reubicación de postes.
	X	X	X	No requiere reubicación del parabús existente.
			X	Implica menor inversión económica.
			X	Implica menor esfuerzo de gestión.
1/8	3/8	4/8	8/8	

a	b	c	d	Debilidades
X	X	X		Posibles colisiones entre peatones y ciclistas.
	X		X	Posibles colisiones entre autobuses y ciclistas.
X	X			Implica derribo de árboles y reubicación de postes y mobiliario.
X				Implica reubicación del parabús.
X	X	X		No responde al deseo natural de circulación ciclista, al implicar desvío de trayectoria y reducción de velocidad ciclista.
		X	X	En ocasiones, el ciclista deberá detenerse y esperar ante la presencia de un autobús.
X	X	X		En caso de alta afluencia de pasajeros en ascenso y descenso, los ciclistas están obligados a detenerse y ceder el paso.
X	X			Implica la colocación del parabús lejos de la esquina (donde se encuentra el cruce peatonal) debido al espacio necesario para reincorporar a los ciclistas al arroyo vehicular.
X				Implica mayor costo de inversión económica.
X				Implica mayor esfuerzo de gestión.
8/10	6/10	4/10	2/10	

5.1.2. Carril ciclista compartido con transporte público

Los carriles ciclistas compartidos con el transporte público son una modalidad de los carriles compartidos descritos en el capítulo anterior. Conocido coloquialmente como carril «bus-bici», éste es un carril preferente para la circulación ciclista compartido con el transporte público, ubicado en el extremo derecho del arroyo vehicular o en contraflujo.



TOMO IV
PAG. 118

Esta solución ha demostrado ser bastante eficiente en países como Francia, Alemania, Irlanda, Reino Unido y Dinamarca. Su éxito se debe a que el autobús es el mejor aliado de la bicicleta para evitar que el carril sea invadido por vehículos automotores, en especial en intersecciones y accesos a cocheras. En el caso de un carril en contraflujo, es más fácil para los usuarios entender la circulación bidireccional de las bicicletas, por lo que aumenta la seguridad.

El carril bus- bici es una medida de bajo costo, fácil implementación y alta rentabilidad ambiental, excelente como primera medida en el proceso de generación de un espacio de circulación de bicicletas para un mayor número de usuarios existentes, sin reducir mayormente el espacio destinado a los vehículos automotores.

- Vías susceptibles a intervenir: arterias y vías colectoras con velocidades permitidas de hasta 50 Km/hr, con un carril exclusivo para transporte público en el extremo derecho de la vía y/o en contraflujo.
- Sección: los carriles de circulación deberán tener una dimensión entre 4.30 m a 4.60 m de ancho para permitir el rebase entre vehículos con una distancia adecuada; este ancho es indispensable, sobre todo cuando el carril está segregado y los ciclistas no tienen la posibilidad de incorporarse de forma rápida al segundo carril de circulación para realizar una maniobra de emergencia.
- Confinamiento: este tipo de carril deberá implementarse exclusivamente cuando el carril esté protegido por elementos de confinamiento acompañados de raya doble separadora de carril.

Cuestiones a evitar en infraestructura compartida con transporte público

Las secciones menores a 4.30 m deben evitarse pues promueven un rebase riesgoso entre ciclistas y vehículos de transporte público. Asimismo, carriles mayores a 4.60 m alientan la invasión por automóviles para el estacionamiento informal. Al implementar un carril compartido en contraflujo, siempre deberán existir semáforos para el transporte público e, idealmente, semáforos ciclistas. Nunca se deberá delimitar el carril ciclista dentro de un carril exclusivo para el transporte público, pues genera conflictos en los puntos de parada del transporte público y genera puntos ciegos en intersecciones, poniendo en riesgo a los ciclistas. En caso de colocarse entre los autobuses y autos, se convierte en un carril extremadamente incómodo e inseguro (la experiencia francesa de más de 10 años denota que siempre será más seguro un carril compartido al 100%).

Los diseñadores deben tomar los siguientes factores en consideración cuando planeen un carril bus-bici:

- Frecuencia del servicio de transporte: es aconsejable que la frecuencia de paso de los autobuses sea mayor a 2 minutos.
- Velocidades de los autobuses: un arranque lento de los autobuses permite a los ciclistas un arranque más cómodo, mejorando las condiciones de visibilidad entre ambos modos.
- Volumen del tránsito automotriz: volúmenes altos en los movimientos direccionales que interfieran con los flujos de buses y ciclistas deben tener un tratamiento específico con objeto de disminuir los conflictos.

Para su implementación se requiere:

- Redistribución del espacio vial: para obtener un ancho suficiente para que el carril derecho permita el rebase seguro, se debe ajustar el ancho de los demás carriles.
- Señalización vertical: instalación de señalamientos informativos que indiquen que el carril derecho es de tránsito compartido entre transporte público y bicicletas y señalamientos restrictivos que indiquen la prohibición de motocicletas en este espacio.
- Señalamiento horizontal: colocación de elementos de confinamiento con reflectante, separación física de 0.50 m y raya doble para delimitar carril exclusivo en el costado izquierdo, así como marcas de identificación de carril compartido ciclista con transporte público y colocación de flechas sin cuerpo a cada 30.00 m.
- Tratamiento de intersecciones: colocación de áreas de espera ciclista en todas las intersecciones semaforizadas para permitir el arranque preferencial de los ciclistas.

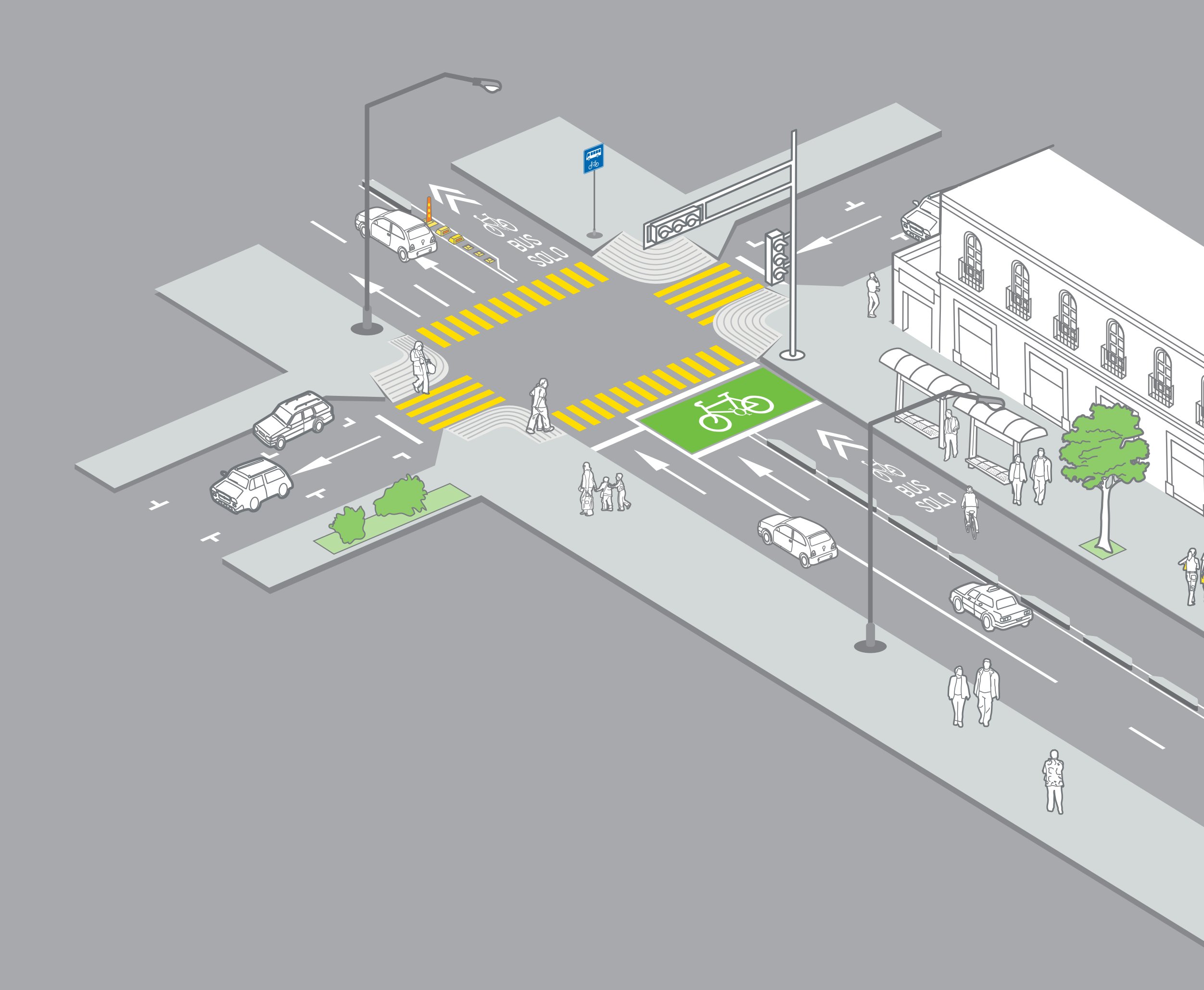
Ventajas

- Otorga un espacio de circulación cómoda y segura a los ciclistas existentes.
- Su ejecución es muy rápida y económica.
- Es una acción muy vistosa para demostrar un cambio en la prioridad de circulación.
- El ancho del carril compartido provee la posibilidad al autobús de circular en un área más amplia para hacer maniobras de evasión de obstáculos cuando no circulen ciclistas por el mismo carril.
- Cuando hay un autobús descompuesto, los que vienen detrás (autobuses o bicicletas) tienen un mayor espacio para hacer el rebase sin invadir el segundo carril de circulación.
- Los autobuses se vuelven un aliado ante la invasión del área de circulación ciclista, sobre todo en los accesos a cocheras.
- Se reducen los conflictos entre ciclistas y peatones, principalmente en las paradas de transporte público, dada la posibilidad del rebase izquierdo.
- Puede ser más fácil justificar una vía para autobús/bicicleta que una vía sólo para bicicletas.

Desventajas

- Esta intervención atrae a pocos usuarios potenciales.
- Requiere la colocación de un sello asfáltico o repavimentación del carril para implementar adecuadamente la medida.


France-Soir
FOGON


BUS
SOLO
BUS
SOLO

Carril ciclista compartido con transporte público

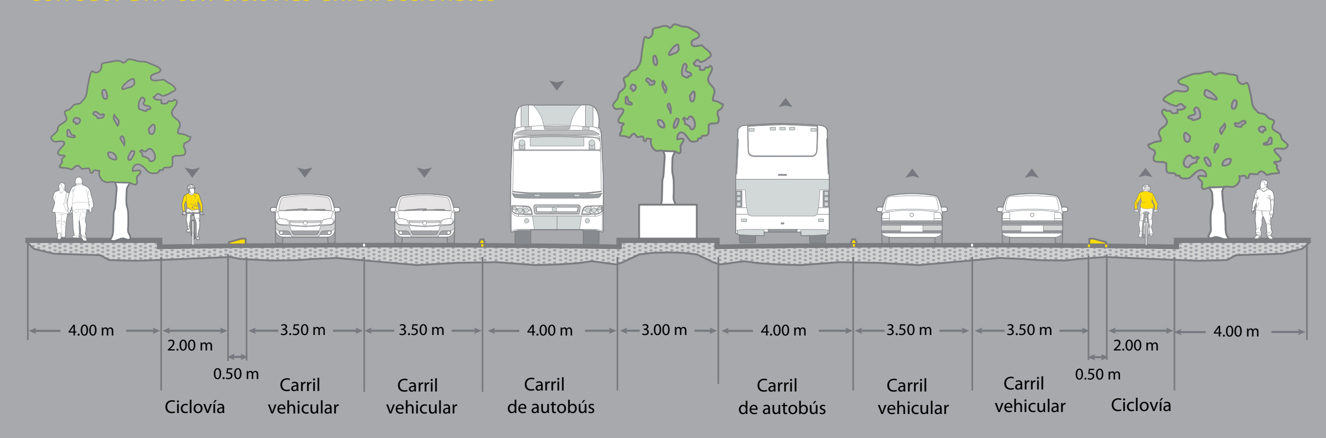


5.1.3. Carriles ciclistas en corredores BRT

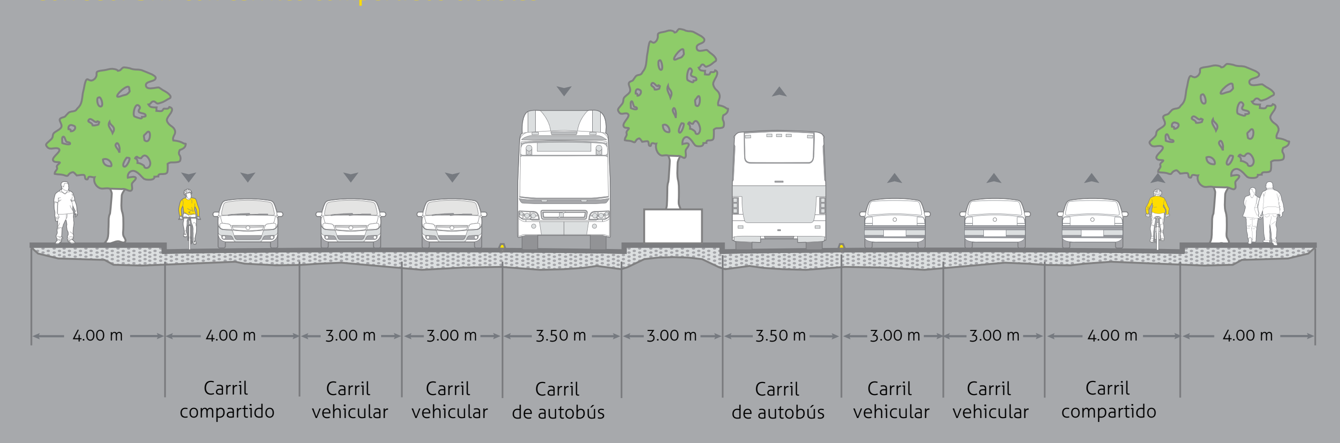
En corredores de transporte donde se coloque un sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés) será necesario colocar algún tipo de infraestructura vial ciclista para evitar que los carriles de transporte público de alta capacidad sean utilizados por los ciclistas. Al no contar con opciones cómodas y seguras de circulación, los ciclistas frecuentemente optan por circular en los carriles exclusivos del BRT, pues es donde perciben mayor seguridad y comodidad. Para evitar el conflicto entre autobuses y ciclistas se recomienda colocar ciclovías unidireccionales por cada sentido a lo largo del corredor. Cuando esto no sea posible por limitación de espacio, siempre se deberán colocar carriles compartidos entre ciclistas y automóviles, que confieran preferencia a la circulación de bicicletas.



Corredor BRT con ciclovías unidireccionales



Corredor BRT con carriles compartidos ciclistas





Es necesario colocar algún tipo de infraestructura vial ciclista para evitar que los carriles de transporte público de alta capacidad sean utilizados por los ciclistas.

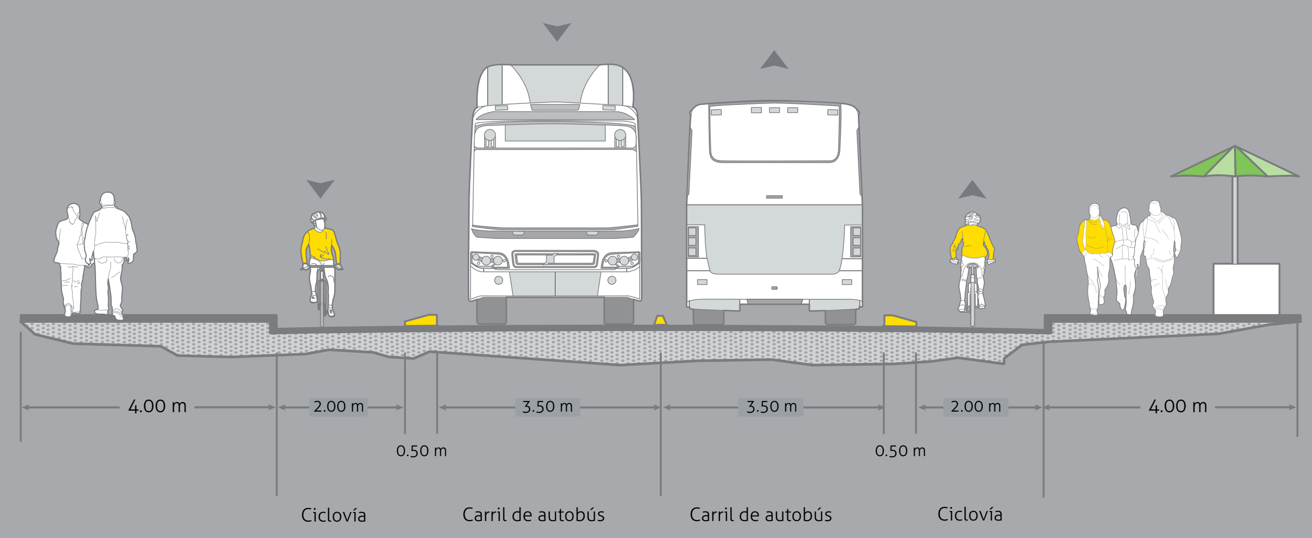


5.1.4. Calles de transporte público y no motorizado

Las ciudades mexicanas pueden inspirarse en las ciudades europeas y latinoamericanas (como Bogotá) para implementar calles completamente destinadas al transporte público y transporte no motorizado. En estas calles se pueden colocar los carriles de transporte público, seguidos por carriles de circulación ciclista y áreas peatonales amplias. Esta disposición se logra al suprimir la circulación de vehículos automotores particulares.

En Europa, estas calles comúnmente se colocan en vías colectoras o de acceso ubicadas en zonas con usos de suelo mixto que concentran o conectan destinos de relevancia histórica o comercial en la ciudad.

En este tipo de calles, los vehículos de transporte público deben limitar su velocidad a un máximo de 30 Km/hr.




TUSSAM
302

5.2. Ciclistas y vehículos de carga

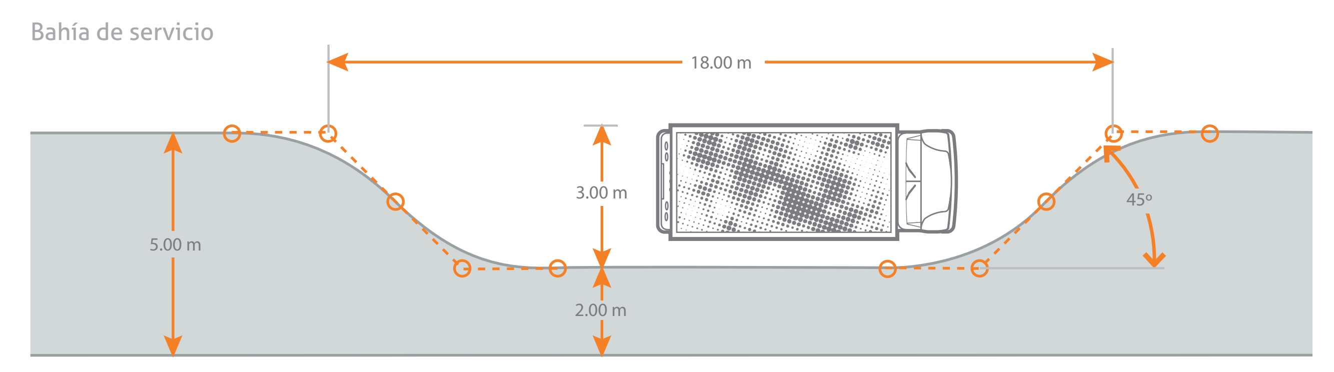
Debido al efecto aerodinámico generado por los vehículos de gran tamaño a altas velocidades, los ciclistas realizan recorridos incómodos en corredores con volumen alto de transporte de carga y en algunos casos pueden llegar a perder el control de la bicicleta. Adicionalmente, los ciclistas en muchas ocasiones no son vistos por los operadores dadas las zonas ciegas en las partes posteriores de sus camiones. Todo esto genera riesgos para la circulación ciclista, por lo que se deben contemplar medidas para minimizar estos conflictos.

Algunas formas para minimizar estos efectos en dichos corredores son:

- Colocación de áreas de espera ciclista en los cruces semaforizados.
- Fase especial del semáforo para el arranque preferencial de los ciclistas, sobre todo en las intersecciones en donde muchos vehículos de carga dan vuelta a la derecha.
- Prohibición de vueltas continuas a la derecha.
- Restricciones a la velocidad de los vehículos de carga en zonas urbanas a través de los reglamentos de tránsito y técnicas para la pacificación del tránsito.

Asimismo, toda infraestructura ciclista delimitada o segregada que presente destinos comerciales a lo largo de su trazo deberá contemplar la construcción de bahías para los vehículos de distribución de mercancías y servicios, siempre y cuando estas actividades no se puedan realizar en las calles transversales.

Bahía de servicio



Adaptado de: SETRAVI, 2010.

5.3. Ciclistas y automóviles estacionados

El estacionamiento de automóviles adyacente a la infraestructura ciclista deberá analizarse con detenimiento, ya que existen conflictos potenciales entre los usuarios cuando los automóviles cruzan la vía ciclista para las maniobras de estacionamiento y debido a la apertura de portezuelas sobre la trayectoria ciclista. Si bien es recomendable prohibir el estacionamiento de automóviles al colocar infraestructura ciclista sobre una vía colectora, siempre se deberán analizar todas las consecuencias de esta medida. Algunas de las alternativas a esta prohibición pueden ser:

a. Regular el estacionamiento en un solo lado de la calle.
b. Reubicar los espacios de estacionamiento sobre calles aledañas.
c. Construir la vía ciclista entre la acera y el carril de estacionamiento.

La ubicación más común de carriles ciclistas es adyacente al área de estacionamiento en vía pública. En estos casos, los ciclistas están expuestos a la apertura de las portezuelas de los autos, a la salida de los autos de su lugar de estacionamiento y a la poca visibilidad en las intersecciones. Por ello, en esta situación siempre se deberán contemplar los siguientes criterios:

- Dimensionar los cajones de estacionamiento con un ancho de 1.80 a 2.50 m. Se deben colocar marcas en el pavimento para delimitar los espacios.
- Colocar un área de amortiguamiento para apertura de portezuelas con un ancho mínimo de 0.50 m y un ancho óptimo de 0.80 m,

Sobra mencionar que siempre se debe prohibir el estacionamiento de vehículos sobre una vía ciclista. Sin embargo, es común que algunos automovilistas asuman automáticamente que el estacionamiento está permitido en las vías ciclistas en horario nocturno, por lo que se deberá reforzar la aplicación de la ley en estos casos.

dado que en México existe una gran cantidad de autos con puertas grandes (1.35 m de largo). En caso de ubicar el estacionamiento del lado izquierdo de la vía ciclista, se deberán colocar lengüetas retráctiles a cada 10.00 m.

- Los extremos de cada cuadra deberán estar libres de estacionamiento (6.00 m a partir del cruce peatonal). Esto se puede hacer preferentemente colocando una oreja o delimitando el área con señalamientos horizontales. Con dicha restricción se asegura la visibilidad de los ciclistas en las intersecciones.

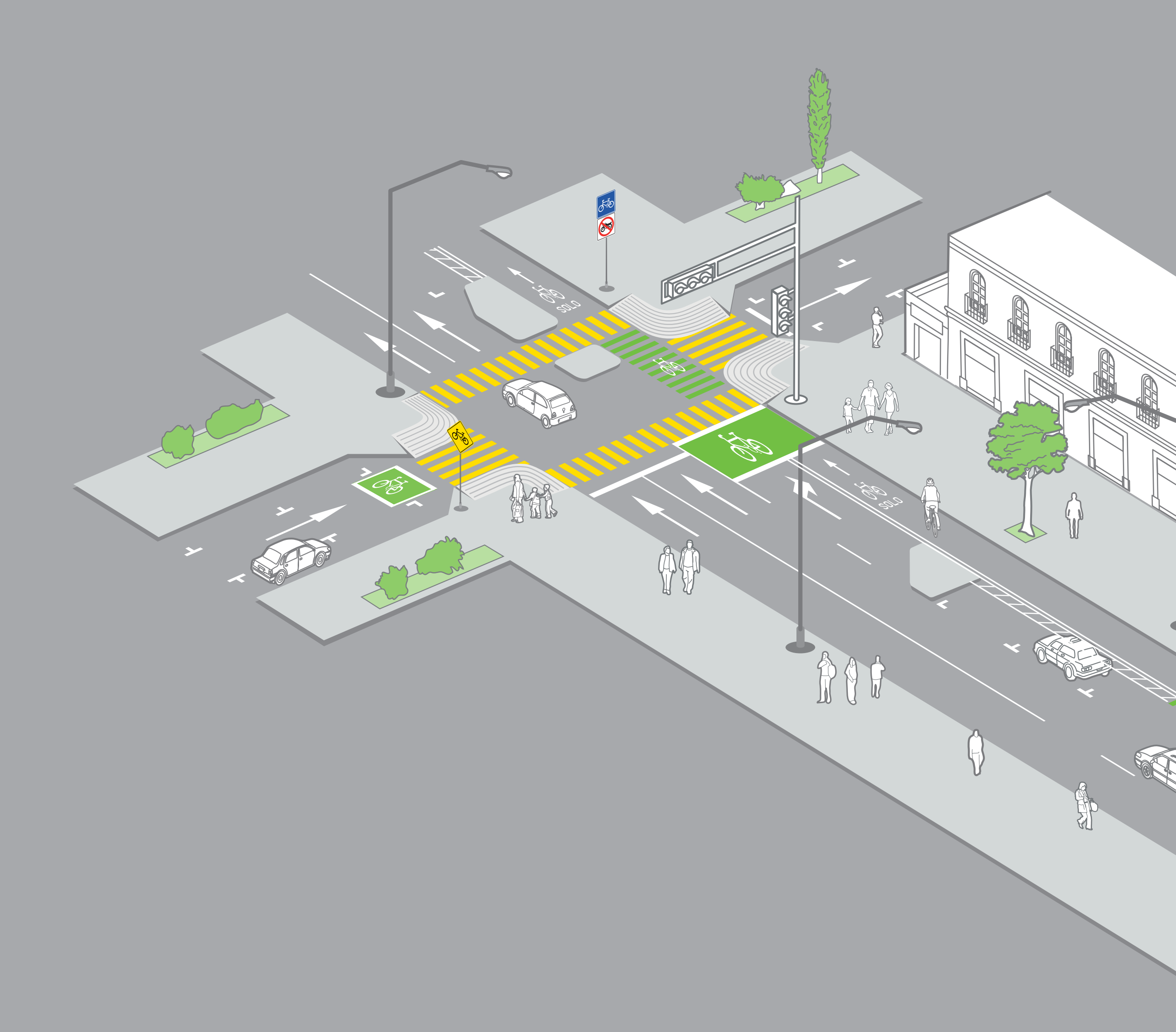
Ventajas

- Es una buena forma de iniciar con las intervenciones de infraestructura ciclista en la ciudad a bajo costo y en poco tiempo, en comparación con las ciclovías que utilizan elementos de confinamiento.
- Da una percepción de gran comodidad y seguridad, por lo que atrae a usuarios existentes y potenciales.
- Su diseño permite hacer ajustes a la infraestructura, con base en la experiencia de los primeros meses de operación, sin hacer grandes erogaciones.

Desventajas

- La implementación es socialmente compleja por la reducción de un carril de circulación, por lo que se requiere voluntad política. Sin embargo, en comparación con las ciclovías que requieren elementos de confinamiento, esta solución no elimina el área de estacionamiento en vía pública.
- Si no cuenta con el mantenimiento adecuado, puede perder su efectividad en poco tiempo, al despintarse las marcas en el pavimento.


NYC
LEFT TURN FROM LEFT TURN BAY ONLY
BIKE PATH


SOLO
SOLO

Ciclovía unidireccional con estacionamiento adyacente

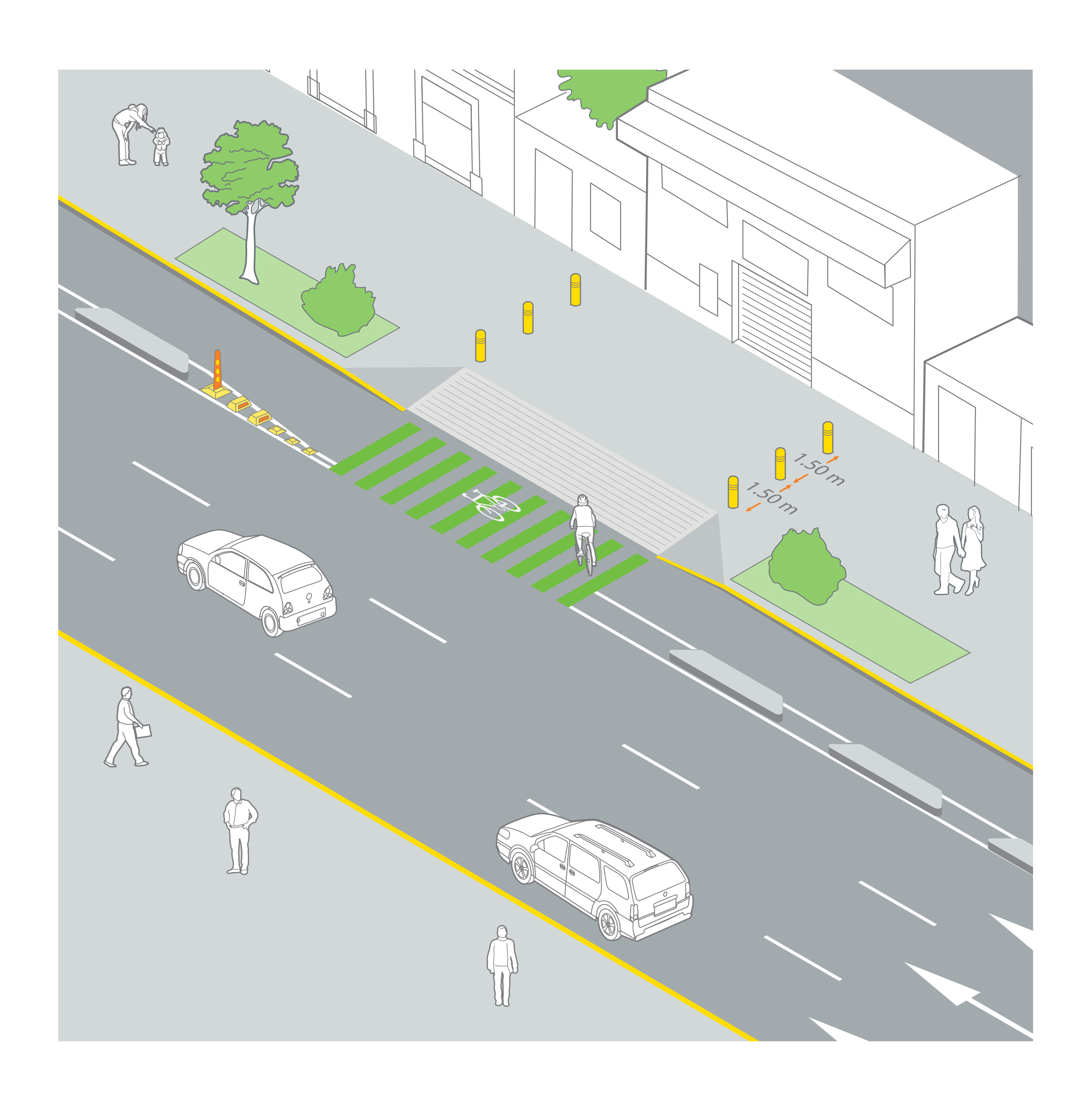


5.4. Ciclistas y accesos vehiculares

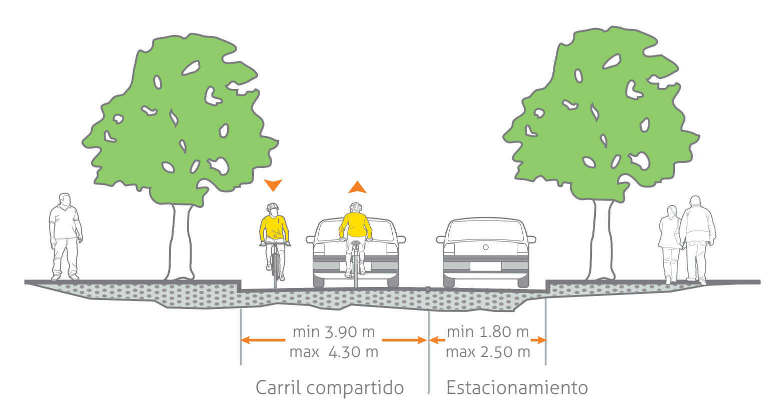
Muchos accesos vehiculares a predios generan conflicto con peatones y ciclistas debido a su diseño inadecuado. La gestión apropiada de éstos incluye:

- Los accesos anchos a cocheras deben reducirse a una dimensión máxima de 6.00 m. Esto promoverá que estas áreas no sean utilizadas para el estacionamiento en batería.
- Se deben confinar los accesos mediante bolardos para evitar que los autos se estacionen sobre la banqueta.
- Cuando un predio cuente con varios accesos vehiculares se deberá realizar una consolidación suprimiendo algunos o, en el caso de contar con dos accesos, se puede disponer de uno para entrada y otro para salida.
- Se deben disminuir de los radios de giro para evitar que los autos realicen la maniobra de incorporación a altas velocidades.
- Es importante eliminar cualquier obstáculo visual en los accesos vehiculares como pueden ser arbustos o señalamientos verticales sobredimensionados.
- Se deben colocar fajas separadoras en calles bidireccionales para evitar que los autos atraviesen la calle al girar a la izquierda para acceder a una cochera.
- Se deben evitar las rampas desvanecidas desde el alineamiento del predio y hasta la guarnición de la banqueta. La rampa para librar el desnivel de la banqueta deberá restringirse a la línea de mobiliario urbano, de la forma que el área de circulación peatonal sea constante. Esta solución obliga a los automovilistas a realizar el acceso al predio a velocidades bajas y da el mensaje de la prioridad peatonal y ciclista sobre los vehículos motorizados.
- Cuando exista una infraestructura ciclista segregada se deberán suprimir los elementos de confinamiento en los accesos a cocheras y señalizar como si fuera un cruce ciclista. Es recomendable colocar lengüetas en los extremos para que los automovilistas puedan percibir el sitio donde están los elementos de confinamiento.



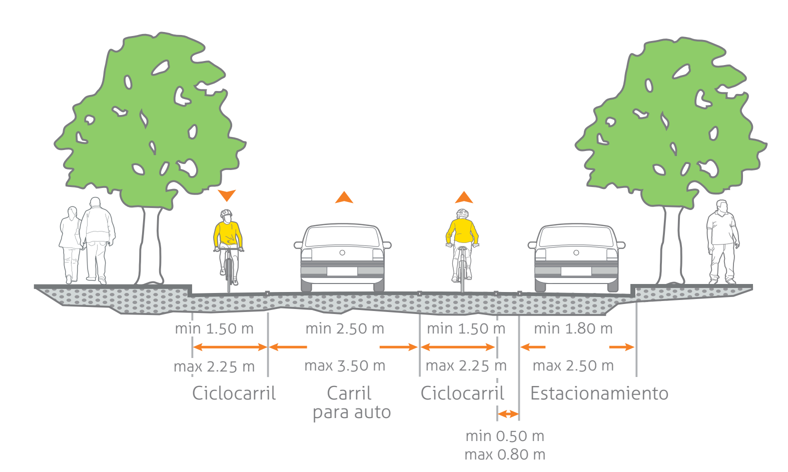

1.50 m
1.50 m

Sección de una vialidad ciclista compartida
con circulación de bicicletas en ambos sentidos



Adaptado de: Sanz, 1999.

Sección de una vialidad con ciclocarriles en ambos sentidos



Adaptado de: Sanz, 1999.

TOMO III
PAG. 74

5.5. Circulación ciclista en contraflujo

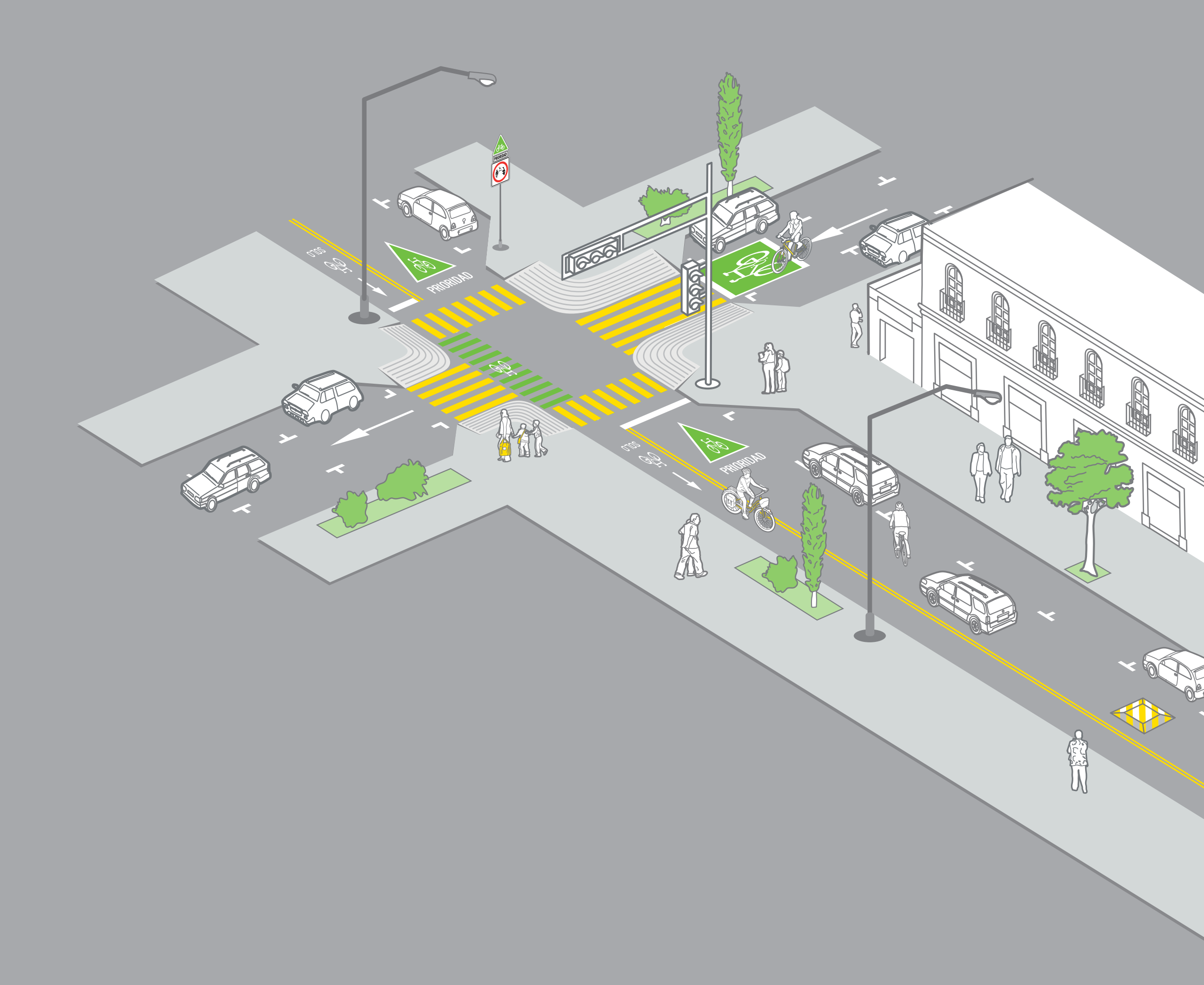
La flexibilidad natural con la cual circula la bicicleta en las ciudades requiere que la infraestructura también sea flexible; por lo tanto, se deben contemplar facilidades para que los ciclistas puedan disminuir los rodeos y aumentar su accesibilidad. Para ello, una práctica ampliamente utilizada en ciudades europeas es diseñar atajos y permitir la circulación ciclista en contraflujo en ciertas vialidades. Esta práctica es muy recomendaba sobre todo para zonas de hábitat.

Si el ancho de las vialidades lo permite y la circulación para automotores es de un sentido, éstas pueden fácilmente convertirse en calles de doble sentido ciclista. La circulación en contraflujo puede ser permitida mediante una normativa y señalización adecuadas en las vías de acceso que tengan una intensidad máxima de tránsito de 300 vehículos/hr y una velocidad de circulación de hasta 30 Km/hr.

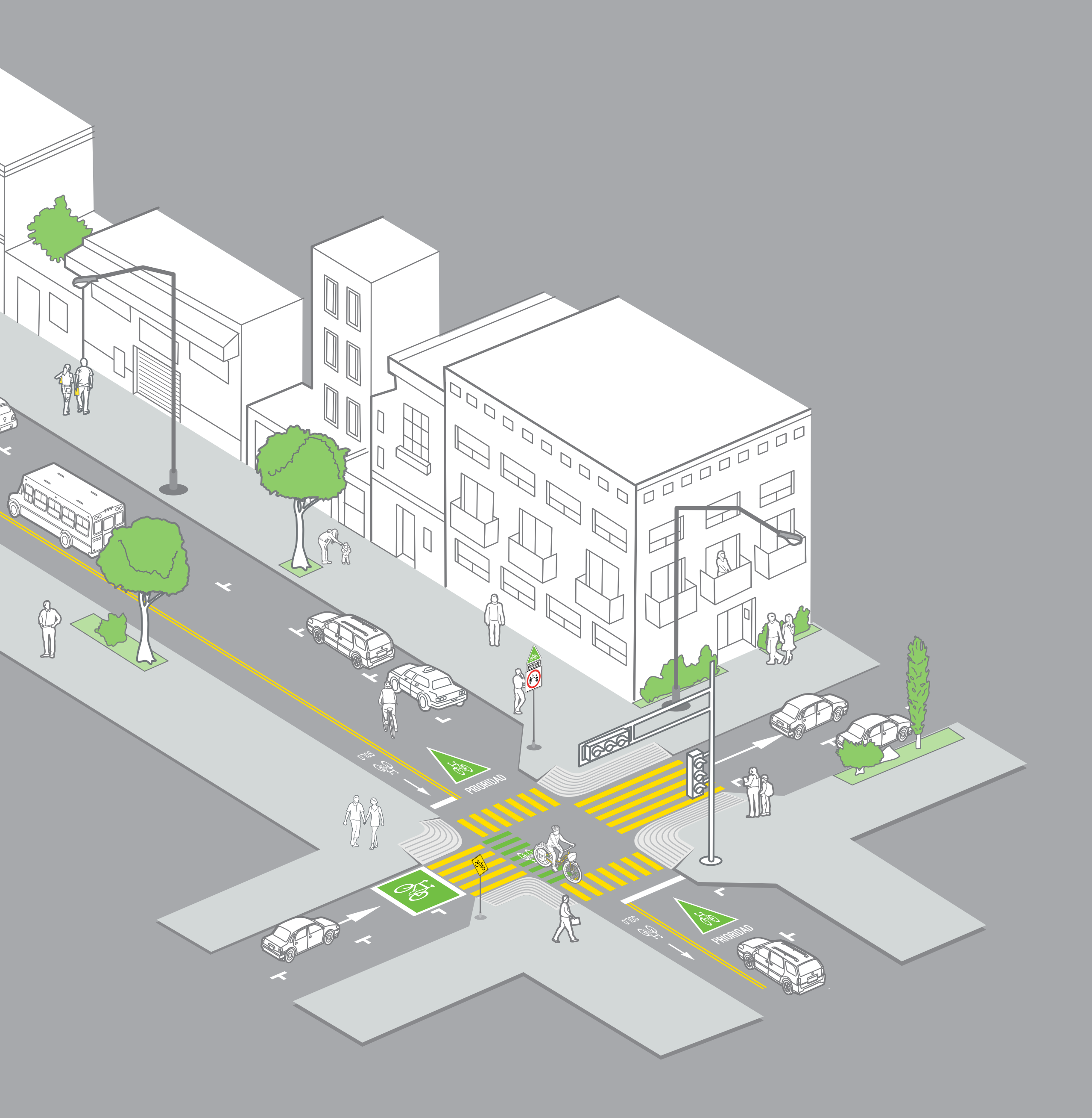
También se puede favorecer la circulación ciclista bidireccional mediante diferentes tratamientos de infraestructura ciclista. Se pueden colocar ciclocarriles o ciclovías en contraflujo en vías unidireccionales siempre que la intensidad del tránsito automotor sea menor a 600 vehículos/hr y la velocidad de circulación sea de hasta 50 Km/hr.

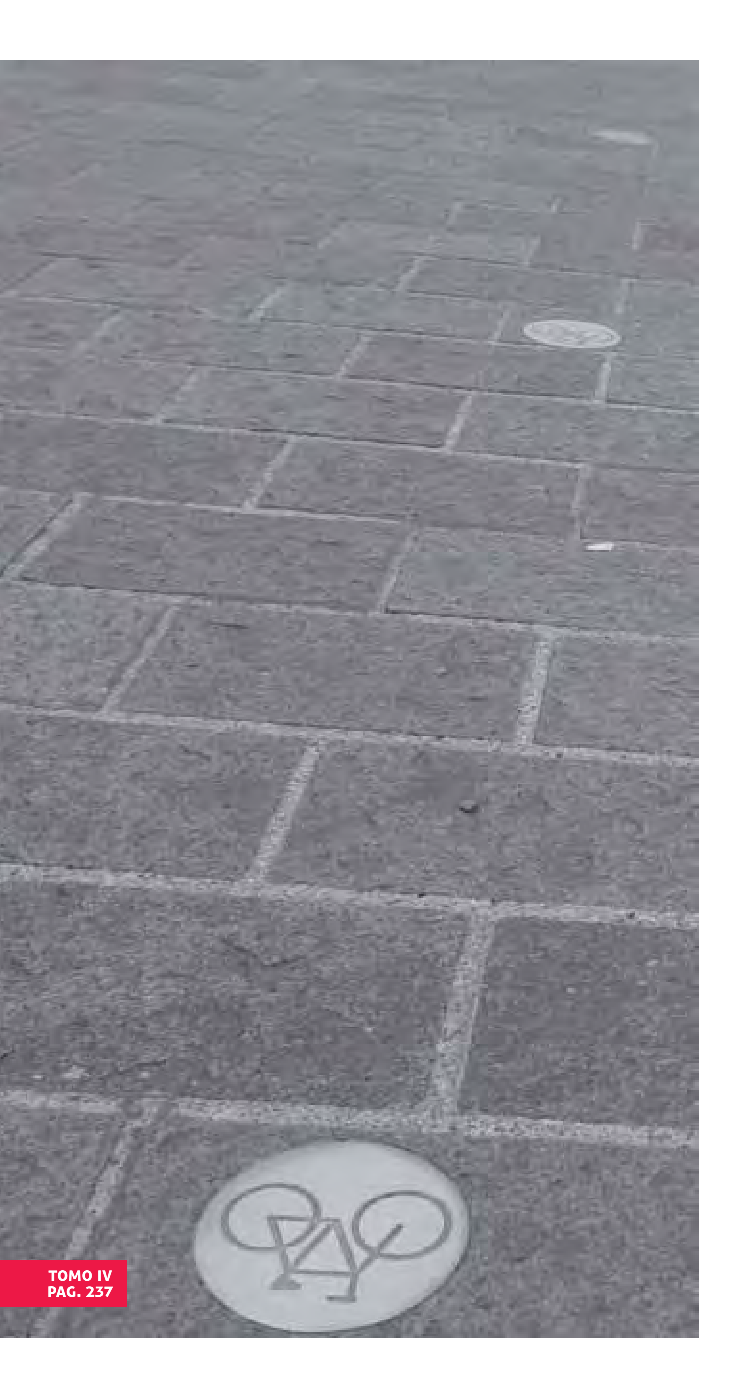
Es importante destacar que se debe evitar colocar estacionamiento del lado izquierdo de la vía donde se encuentre el ciclocarril o ciclovía en contraflujo con el fin de evitar accidentes por la apertura de portezuelas. Además, los anchos de los carriles compartidos, ciclocarriles y ciclovías se deben ajustar a lo señalado en el capítulo anterior.


43-VPF-8


PRIORIDAD
PRIORIDAD

Vialidad compartida ciclista con ciclocarril en contraflujo





TOMO IV
PAG. 237

5.6. Ciclistas y peatones

Los peatones y ciclistas forman parte de un mismo grupo de usuarios vulnerables de la vía. Sin embargo, por la diferencia de velocidad con la que circulan, puede ser incompatible compartir el mismo espacio. Antes de redistribuir la sección vial para incorporar a la bicicleta, siempre se deberá pensar primero en las necesidades de circulación peatonal para posteriormente ocuparnos de las necesidades ciclistas.

En ningún caso se debe construir infraestructura ciclista en banquetas pues éstas son áreas de circulación peatonal, y puede generarse una gran cantidad de conflictos entre usuarios. Únicamente los niños de hasta 10 años deben circular sobre los espacios peatonales sin ninguna restricción.

5.6.1. Facilidades ciclistas en áreas peatonales

En áreas peatonales (andadores y plazas), es posible otorgar facilidades a los ciclistas con el objetivo de acortar sus recorridos, siempre y cuando el tránsito sea menor a 100 peatones/hr. En estos casos no es recomendable segregar los flujos, se debe colocar una línea de botones ciclistas que indique la ruta sugerida, por lo que los ciclistas deben moderar su conducción dando prioridad siempre a los peatones. Asimismo, se deben colocar señalamientos verticales informativos de tránsito compartido entre ciclistas y peatones, señalamientos de destinos y elementos que impidan la invasión de vehículos motorizados en estas áreas (guarniciones, macetas y bolardos, entre otros).

En caso de que el flujo peatonal sea mayor, se deben colocar señalamientos verticales restrictivos que señalen que se debe desmontar al inicio y fin de la zona peatonal.

5.6.2. Andador peatonal y ciclista

Cuando se pretenda diseñar una infraestructura ciclista con fines de recreación, turismo o recuperación del espacio público, se podrá optar por un andador peatonal y ciclista. Este tipo de infraestructura se define como una vía de circulación compartida por peatones

y ciclistas que carece de marcas que delimiten áreas de circulación. Normalmente, están ubicadas en áreas verdes, derechos de vía, cauces o zonas federales, y áreas naturales protegidas. Como excepción, se pueden colocar en camellones con pocas intersecciones, siempre y cuando no sea necesario cruzar más de dos carriles para acceder al camellón (incluyendo el carril de estacionamiento).

Este tipo de infraestructura debe contar con una sección mínima de 4.00 m de ancho y pavimento cómodo para todos los usuarios. Preferentemente, se debe contemplar la colocación de una faja separadora de 1.00 m de ancho en aquellos costados que colinden con una vialidad. Asimismo, debe contar con elementos para impedir la invasión por el tránsito motorizado y es recomendable colocar servicios y equipamiento a lo largo de su trazo. El diseño de un andador peatonal y ciclista debe moderar la velocidad ciclista a través de trayectorias sinuosas. No se deben considerar sobreanchos, peraltes, y el radio de giro para ciclistas; estos elementos pierden relevancia por ser una vía de baja velocidad. En este tipo de infraestructura no se colocan marcas en el pavimento que delimiten los flujos ciclistas, solamente se coloca señalamiento vertical informativo de tránsito compartido entre ciclistas y peatones, así como señalamientos de destinos.

Uno de los tipos de infraestructura ciclista de trazo independiente, que a su vez funciona como andador peatonal y ciclista, es la denominada "vía verde", la cual es una infraestructura autónoma destinada al tránsito no motorizado como peatones, ciclistas, personas con movilidad reducida, jinetes de caballos, patinadores, etc. Estas vías utilizan antiguas infraestructuras lineales parcial o totalmente fuera de servicio, como las plataformas de ferrocarriles en desuso y los caminos adyacentes al cauce federal de ríos. Dichas vías suelen estar interconectadas mediante caminos de servicio de canales, caminos rurales y vecinales, caminos forestales, caminos sobre diques y caminos de peregrinaje, entre otros (Asociación Europea de Vías Verdes, 2000).





5.7. Permeabilización de barreras urbanas

Existe una serie de medidas que permiten acondicionar el entorno urbano con el objetivo de librar puntos inaccesibles que no pueden ser resueltos mediante el tratamiento de vías ciclistas o la intervención de intersecciones. Estas se basan particularmente en permeabilizar barreras: facilidades en puentes peatonales, ampliación de puentes existentes y construcción de túneles y puentes con nuevos estándares para la movilidad peatonal y ciclista.

5.7.1. Canaletas en escaleras de puentes peatonales

Cuando no exista espacio suficiente para construir una rampa con una pendiente aceptable, la colocación de canaletas puede facilitar el empuje de la bicicleta por parte del ciclista desmontado mientras sube o baja la escalera (Sanz, 1999).



En aquellos sitios donde se requiere librar una barrera urbana que impide la movilidad peatonal y ciclista, lo fundamental es sustituir los puentes peatonales existentes por puentes peatonales y ciclistas. Sin embargo, cuando no haya posibilidad de adaptarlo, un primer paso para mejorar las condiciones de los usuarios de la bicicleta es la colocación de canaletas en las escaleras para evitar que los usuarios tengan que cargar la bicicleta. Dichas canaletas deben tener las mismas características que las utilizadas en las estaciones de transporte público.

5.7.2. Puentes peatonales y ciclistas

La característica principal de un puente peatonal y ciclista es que éste cuenta con rampas con una inclinación aceptable para la movilidad de todos los peatones y ciclistas, además de contar con un ancho mínimo 3.50 m para que no existan conflictos entre los diversos tipos de usuarios.

El diseño de esta infraestructura debe considerar ante todo las líneas de deseo peatonal y ciclista. No se debe construir en lugares donde sobre espacio, sino donde los estudios indiquen que se presentan los movimientos más constantes de movilidad no motorizada.

El desarrollo de las rampas debe responder a las trayectorias descritas por los ciclistas al subir una cuesta y la velocidad que alcanzan en el descenso; esto implica que una rampa no debe tener una pendiente mayor a 8%. El desarrollo máximo de la rampa, sobreanchos y radios de curvatura deben respetar lo establecido en el capítulo correspondiente a proyecto geométrico.



TOMO IV
PAG. 65



En ningún momento se debe construir infraestructura que obligue a los ciclistas menos expertos a desmontar su bicicleta o que su trazo termine en un cruce con automóviles o en curvas pronunciadas.

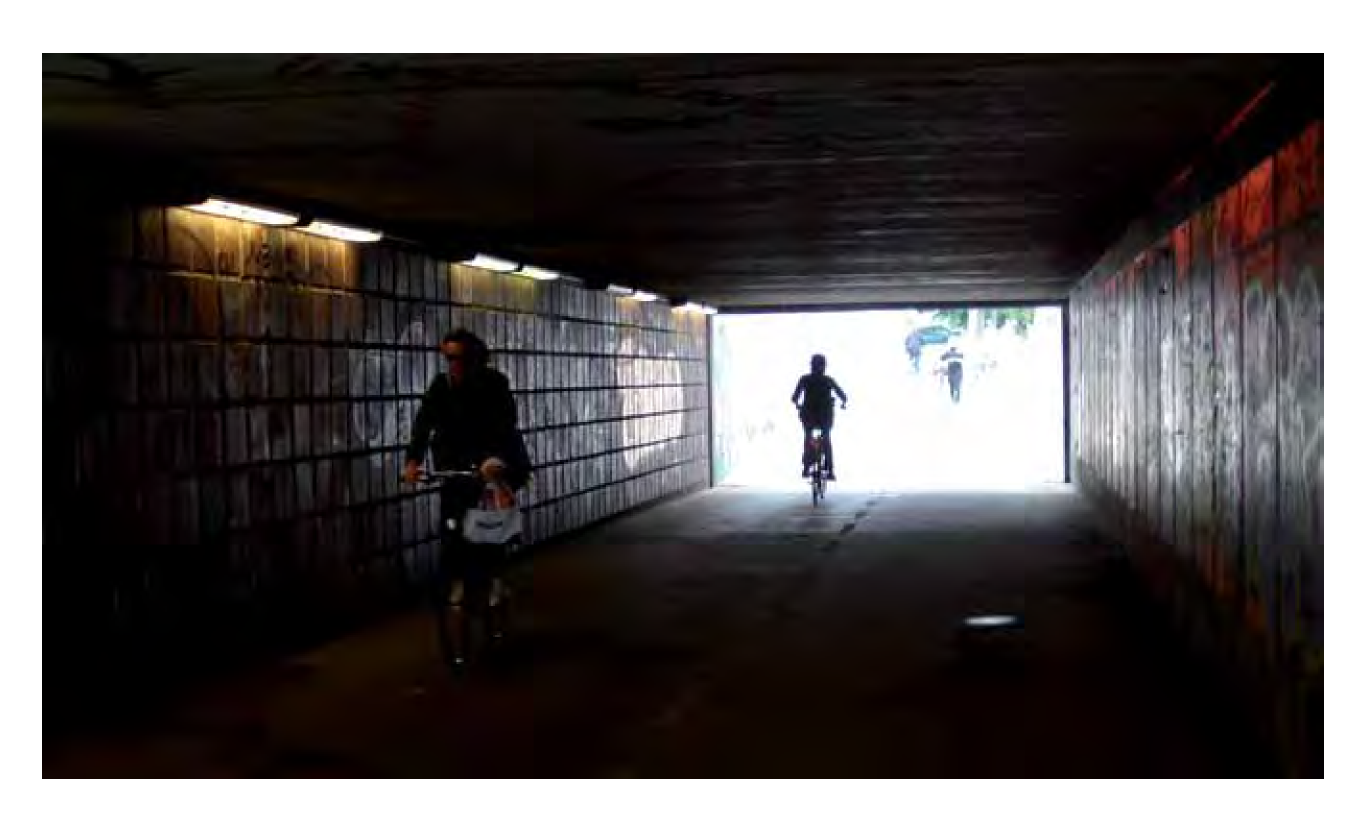
En los casos en que el contexto lo permita, es aconsejable que los vehículos automotores sean los que cambien de nivel y no los modos no motorizados. Esto demostrará que la prioridad la tienen los usuarios más vulnerables.

5.7.3. Túneles peatonales y ciclistas

Los túneles para la movilidad no motorizada presentan ventajas con respecto a la construcción de puentes. Primero, el gálibo de un túnel es menor, ya que los ciclistas sólo requieren de 3.50 m para salvar la vía y en el caso de un puente se requiere un gálibo mínimo de 5.50 m para permitir el flujo de vehículos de gran tamaño. Por lo tanto, la dimensión de las rampas es menor, además de que los ciclistas pueden aprovechar el impulso del descenso inicial para reducir su gasto de energía en la subida, situación contraria a la que sucede con los puentes (Sanz, 1999).

Sin embargo, los túneles pueden presentar desventajas como un mayor costo de construcción y una percepción de inseguridad. Los túneles requieren ser anchos para evitar situaciones riesgosas y es aconsejable que desde la entrada sea visible su salida, por lo que no deben contar con curvas en su trazo. Adicionalmente, se requiere iluminación y un excelente sistema de drenaje.

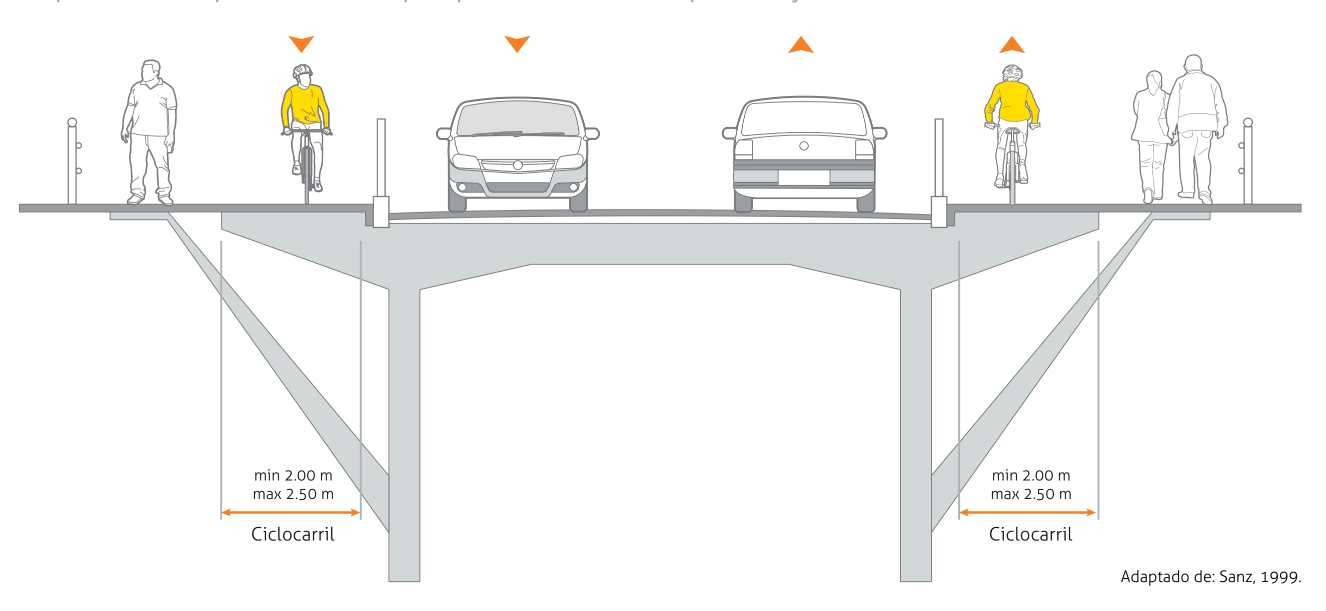
Una práctica que ha dado buenos resultados para tener una mayor percepción de seguridad es colocar comercios en estas áreas. Esto, además de dar vida al sitio, puede ser utilizado para que el mantenimiento sea cubierto por los propietarios de los locales.



5.7.4. Adaptación de puentes y túneles vehiculares para el tránsito ciclista

Normalmente, cuando se construye un paso a desnivel en las ciudades mexicanas sólo se piensa en la movilidad de los vehículos motorizados y no se dispone un espacio para la circulación peatonal y ciclista. Esto obliga a cambiar los estándares de diseño con los cuales se proyecta esta infraestructura. En el caso específico de los ciclistas, las trayectorias tienden a coincidir con las de los automóviles; sin embargo, las pendientes a salvar impiden que en los puentes y túneles se pueda compartir el espacio vial. Es aconsejable que la infraestructura ya construida sea adaptada para contar con pasarelas peatonales y ciclovías. En el caso de nuevos proyectos, la normatividad debe exigir que toda infraestructura vial considere a todos los usuarios de la vía.

Ampliación de un puente vehicular para permitir la movilidad peatonal y ciclista



Adaptado de: Sanz, 1999.



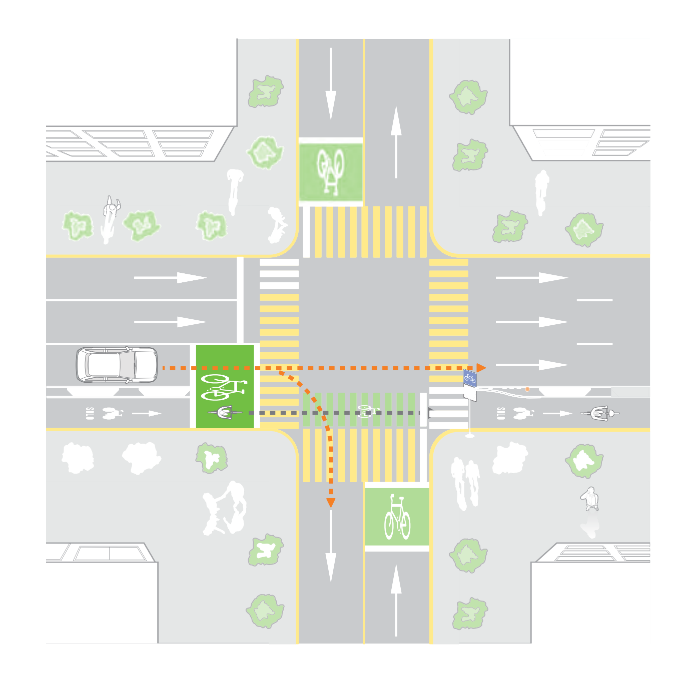
Los puentes de acceso a la isla de Manhattan se adaptaron para permitir el tránsito ciclista.

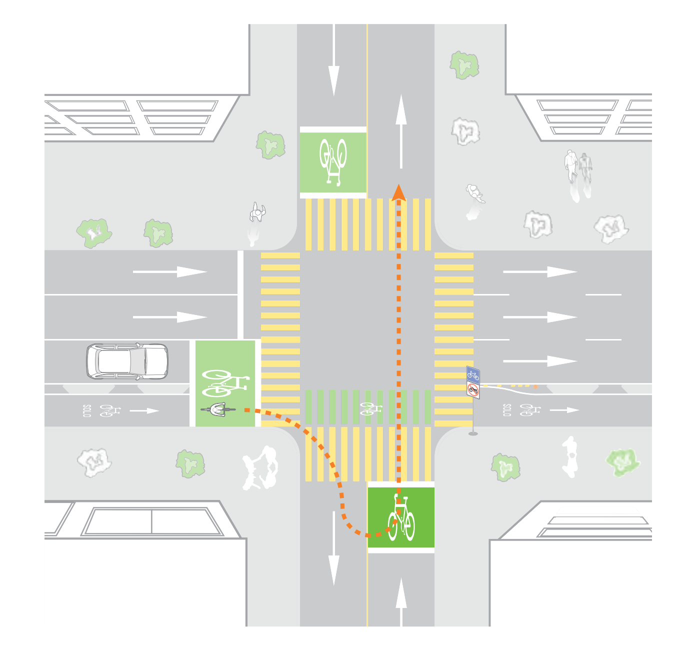


6. INTERSECCIONES

El diseño de las intersecciones es crucial para el desempeño correcto de la infraestructura vial ciclista, ya que es en ellas en donde se da la mayor cantidad de interacciones entre los diversos usuarios de la vía. Como menciona Sanz (1999), es en estos sitios donde tiene lugar la mayor cantidad de conflictos y accidentes en los que se ven involucrados peatones, ciclistas y vehículos automotores.

Cada tipo de infraestructura vial ciclista debe contar con un diseño específico de sus intersecciones con el objetivo de que los desplazamientos se realicen de forma cómoda y segura. El cuidado que se tenga en estas medidas contribuirá al éxito de los proyectos. En países como México, donde la planeación y el diseño de infraestructura ciclista es una experiencia relativamente nueva, a menudo sucede que las vías ciclistas no consideran una adaptación de las intersecciones para satisfacer las necesidades de los ciclistas.





6.5. Movimientos ciclistas en intersecciones

Como se ha mencionado, en la medida en que los ciclistas sean visibles para los automovilistas y sus movimientos sean predecibles, se disminuye drásticamente el número de conflictos. Las formas que han demostrado ayudar a este fin son las que se describen a continuación.

6.5.1. Arranque preferencial

A través de la colocación de áreas de espera ciclista adelantadas a la línea de alto de los vehículos motorizados, además de semáforos con fases especiales para ciclistas, se permite que estos usuarios comiencen su desplazamiento previo a los autos. La posición adelantada permite que los conductores de los vehículos automotores tengan en su campo visual a los ciclistas al otorgar por lo menos dos segundos de ventaja en el arranque, lo cual permite que los ciclistas desarrollen velocidad antes que los demás usuarios. Esto cobra importancia pues es en el arranque el momento en que el ciclista zigzaguea más para tener control de la bicicleta y su baja velocidad no le permite realizar movimientos ágiles para evadir un posible conflicto. Utilizar la técnica de fase adelantada para ciclistas requiere de la instalación de semáforos especiales para la circulación ciclista.

6.5.2. Vuelta izquierda ciclista

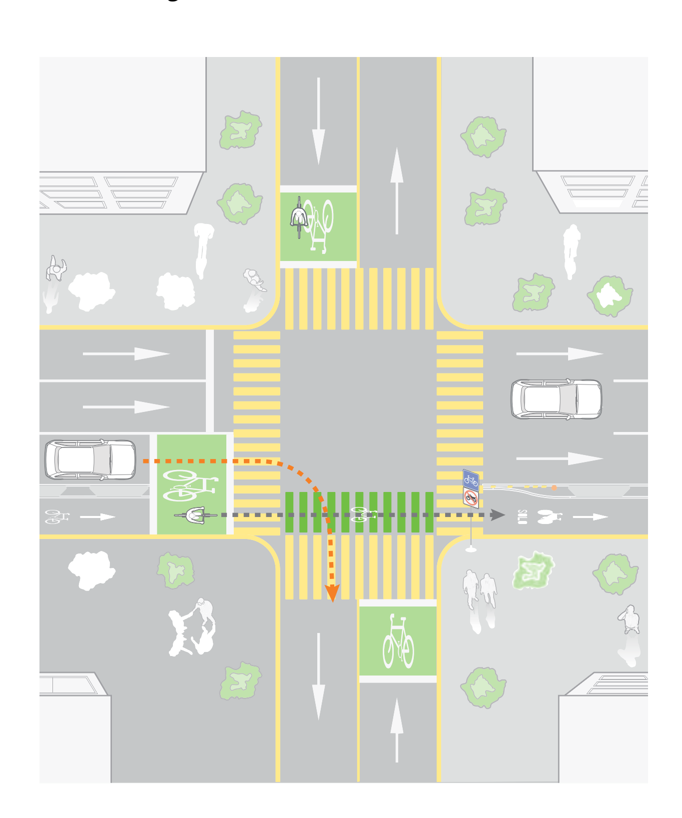
Debido a que los ciclistas tienden a circular del lado derecho de la vía por ser vehículos de baja velocidad, resulta complicado colocarse en el carril de extrema izquierda para dar un giro en esta dirección sobre todo para los usuarios inexpertos. Este movimiento se facilita a través de áreas de espera ciclista colocadas a todo lo ancho de la vía. Otra opción es colocar estos dispositivos en las vías transversales para que los ciclistas den vuelta a la izquierda en dos movimientos.

TOMO IV
PAG. 234

6.5.3. Trayectoria con entrecruzamiento

En las intersecciones de las vías ciclistas delimitadas y segregadas es necesario indicar cuál es la trayectoria de los ciclistas, sobre todo cuando los vehículos automotores dan vuelta a la derecha, lo cual puede causar un corte de circulación. Esto se logra a través de la colocación de marcas de cruce ciclista y dispositivos que alerten a los automovilistas que al realizar su giro existe la posibilidad de encontrar un ciclista, por lo que deben permitirle el paso.

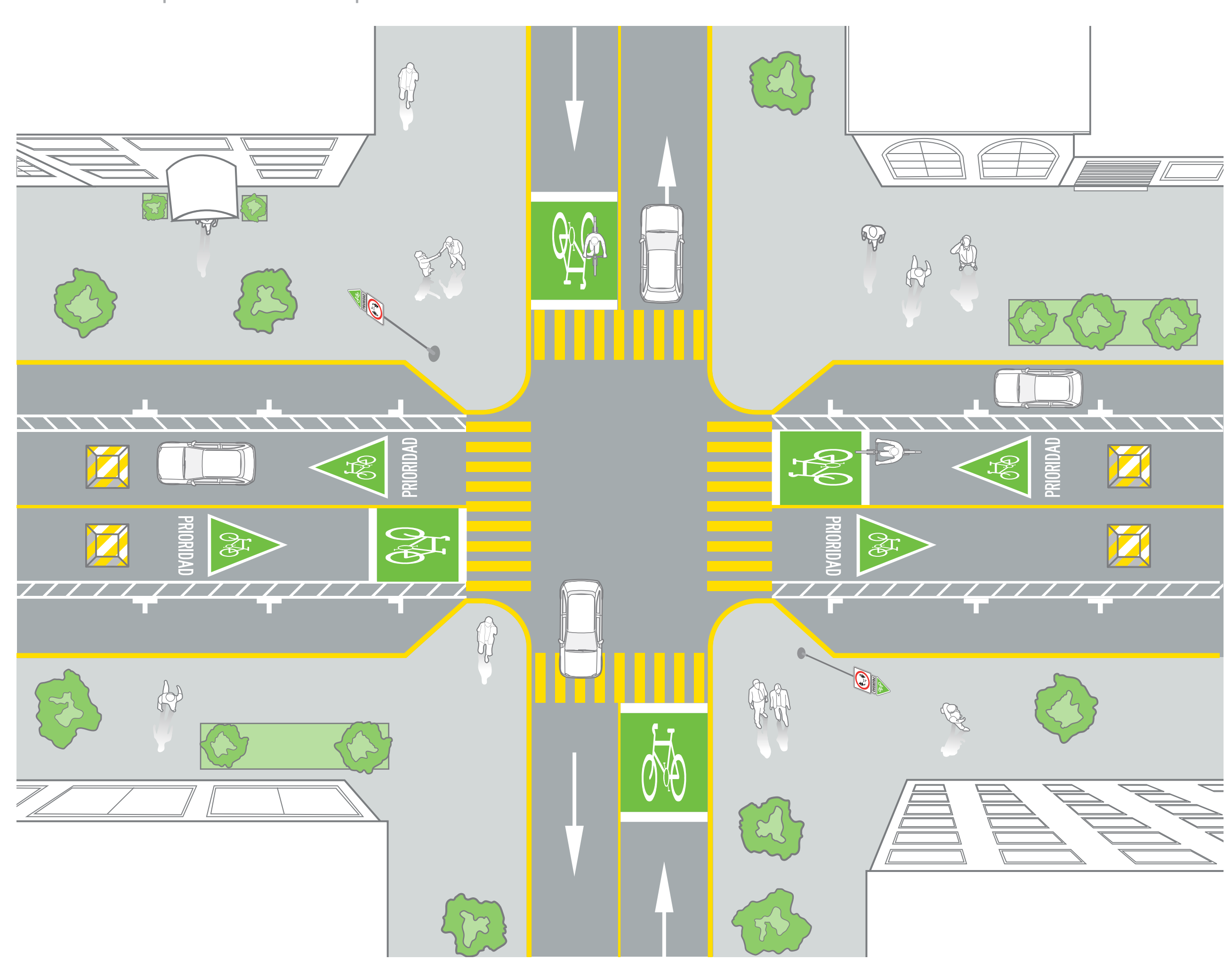
En infraestructura ciclista segregada alejada del arroyo vehicular, lo más conveniente es realizar una modificación de la geometría para acercar ambas trayectorias. De esta forma se permite que ambos tipos de usuarios se observen al llegar a la intersección.



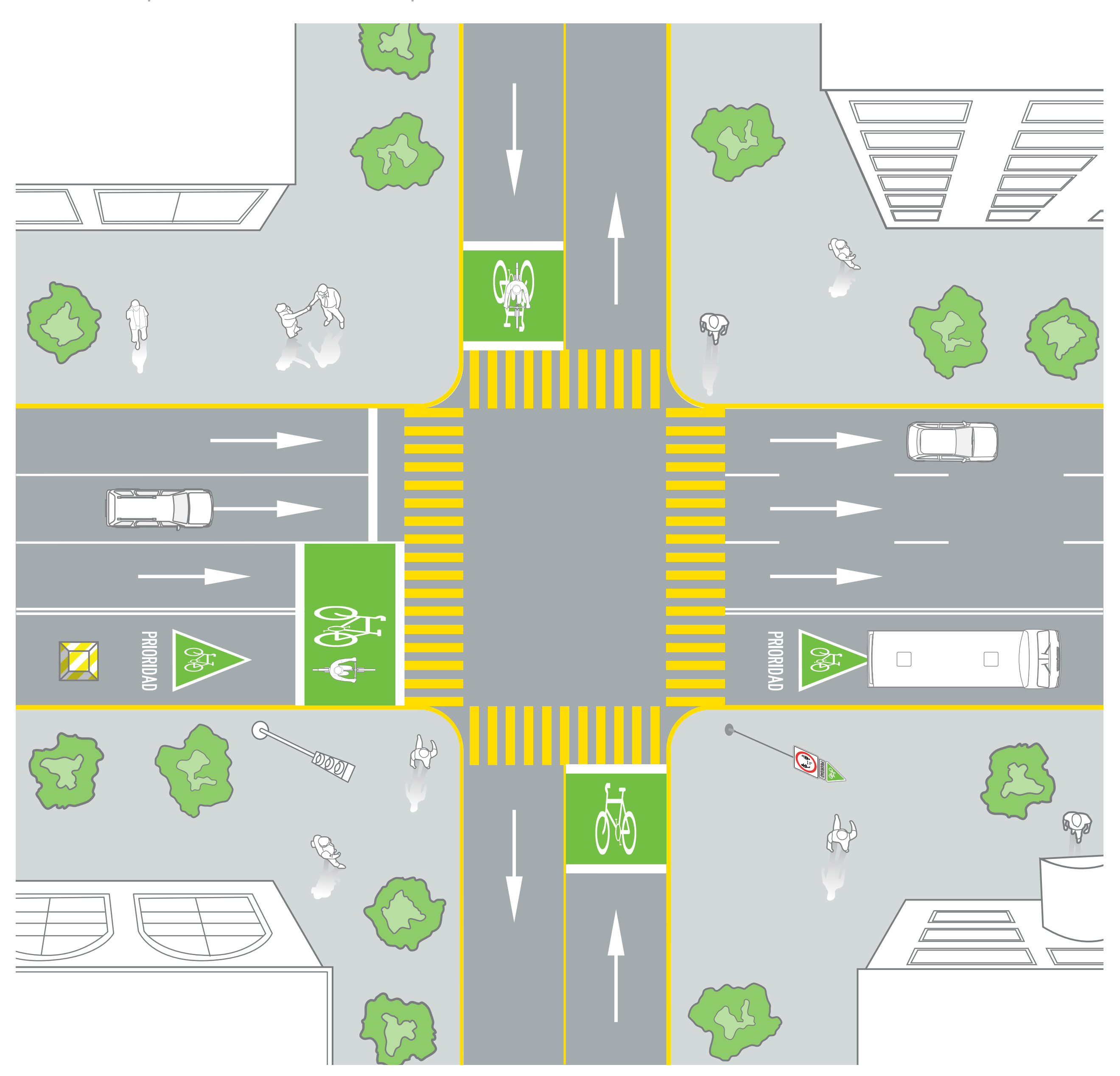
6.6. Soluciones de intersecciones por tipo de infraestructura ciclista

A continuación se muestran los diseños de intersecciones más comunes por cada tipo de infraestructura ciclista. En los gráficos se muestran la geometría y los dispositivos para el control del tránsito con los que debe contar cada solución. Es importante señalar que cuando se inicie o concluya una vía ciclista en una intersección se debe hacer la intervención de todo el cruce indicando de forma previa el cambio de configuración de la vía.

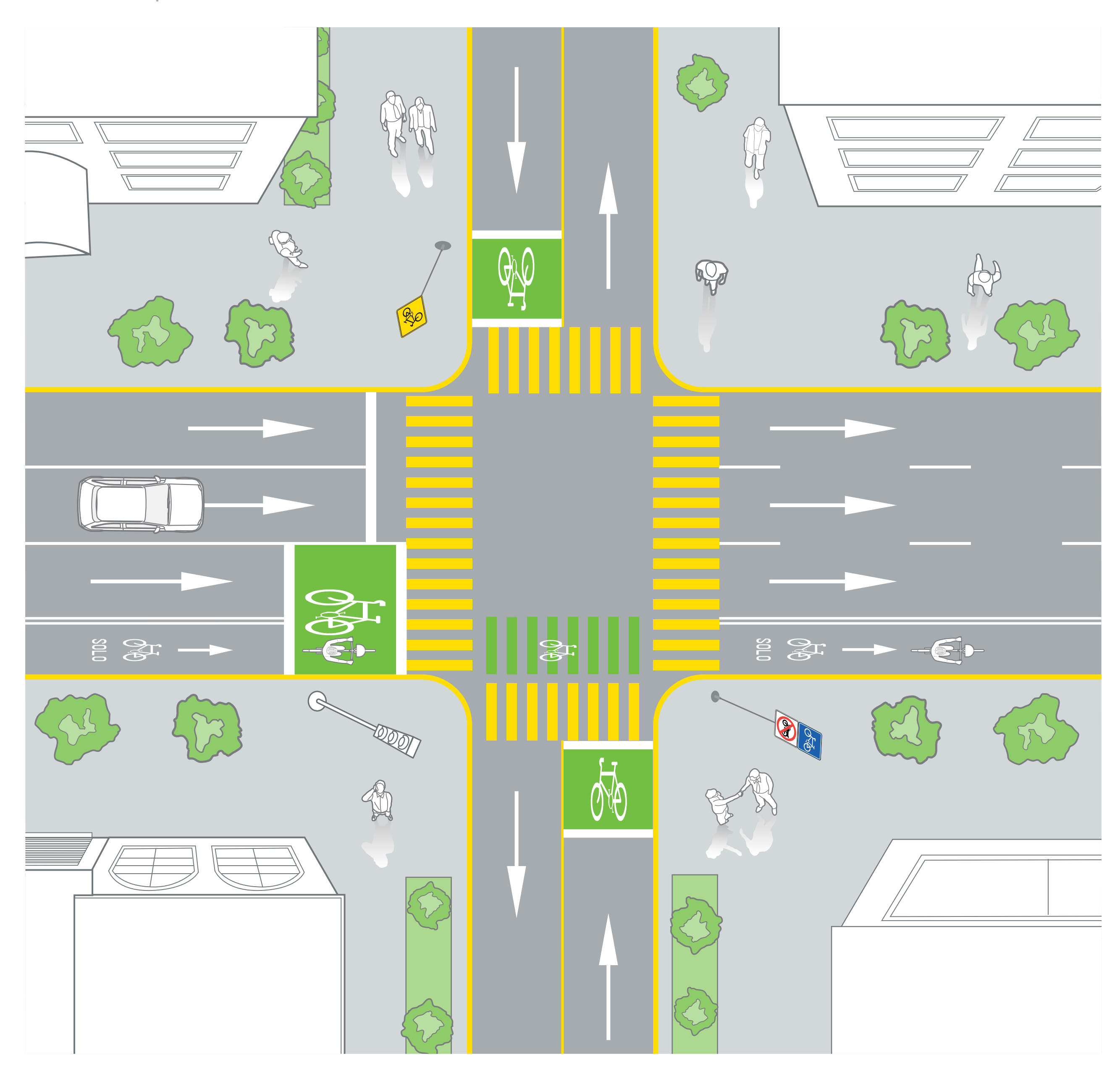
Intersección tipo de vialidad compartida ciclista



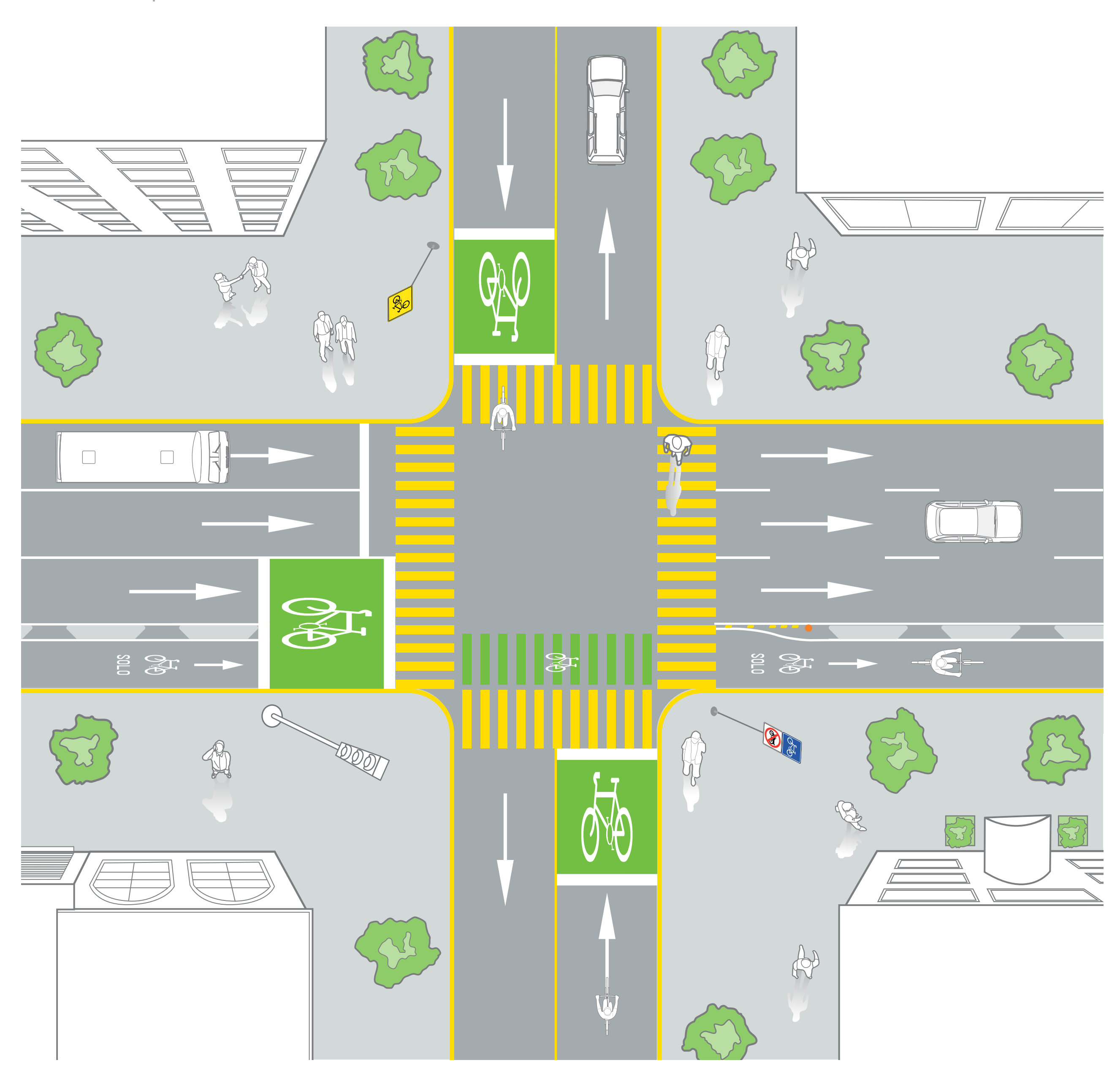
Intersección tipo de vialidad con carril compartido ciclista



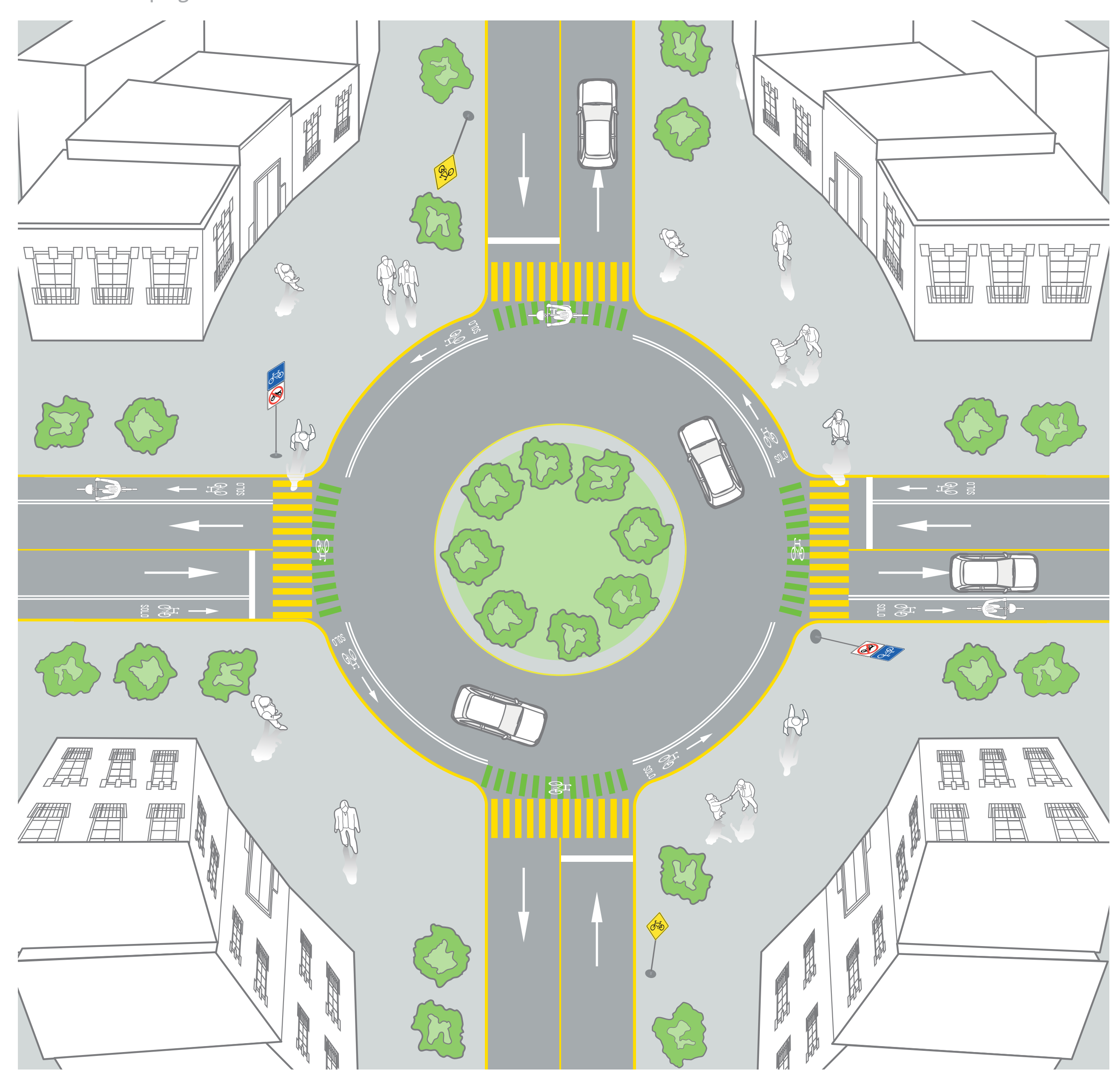
Intersección tipo de una vialidad con ciclocarril



Intersección tipo de una vialidad con ciclovía unidireccional



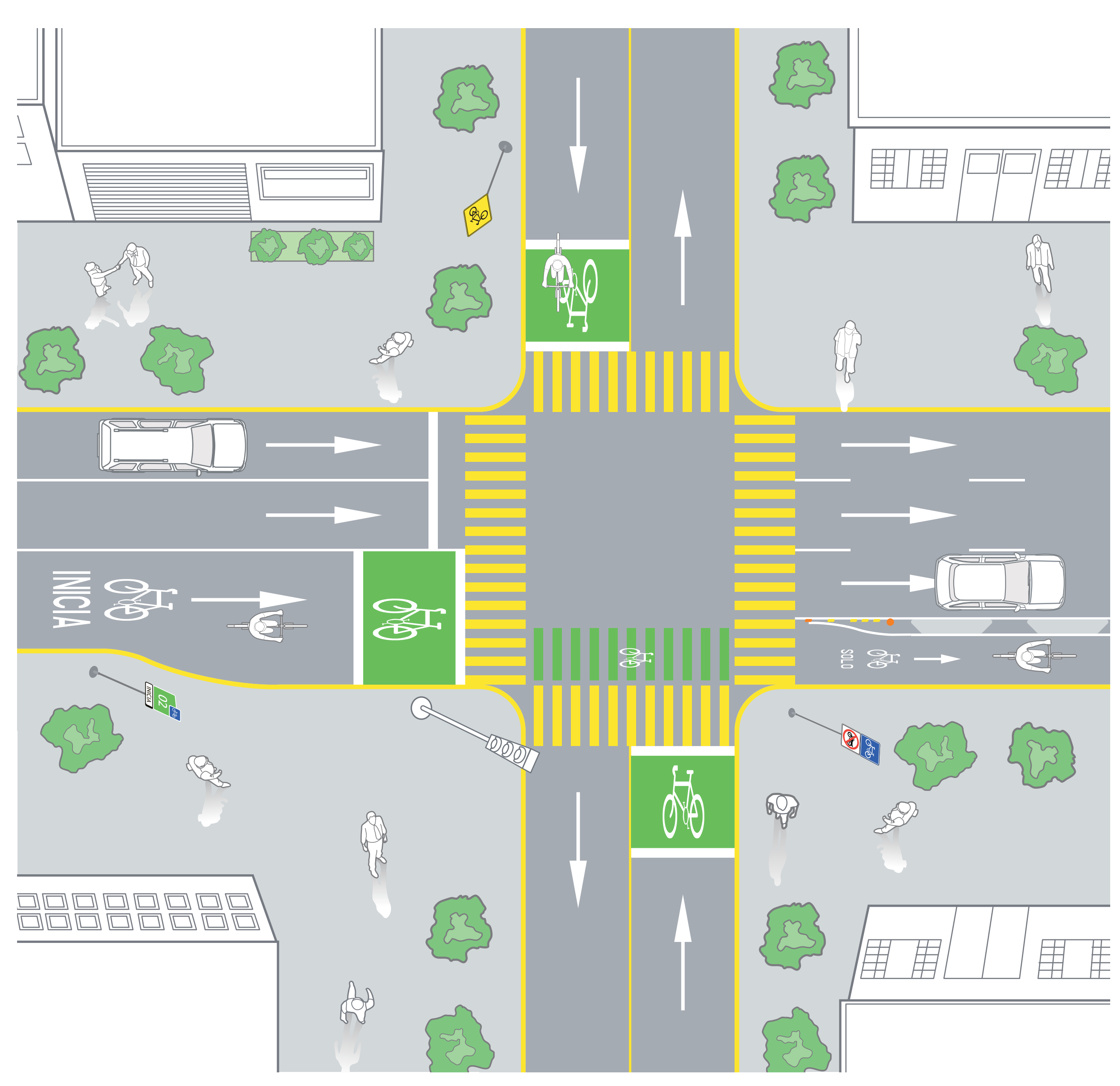
Intersección tipo glorieta en una vialidad con ciclocarriles



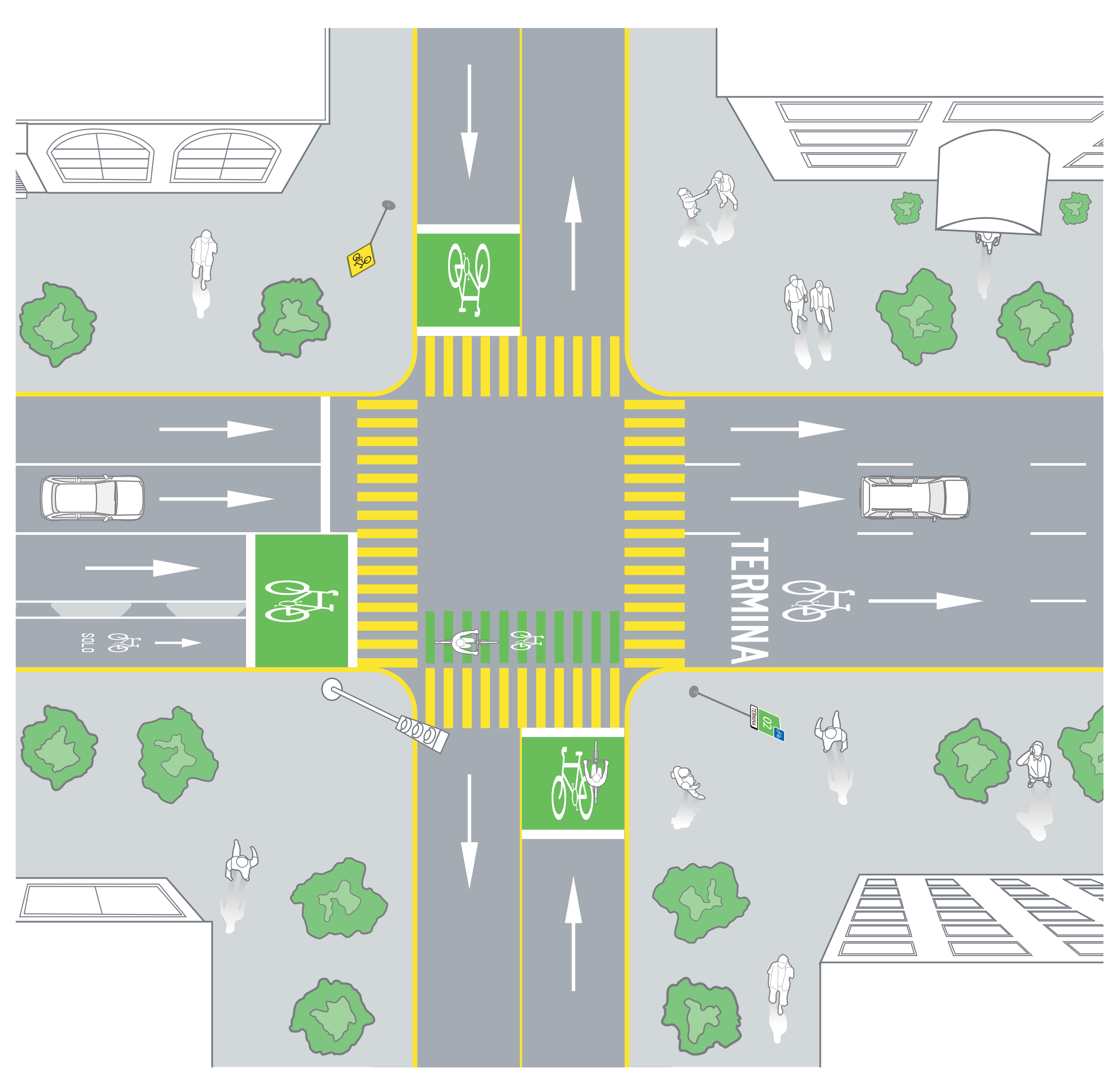


Intersección de una vialidad con vuelta continúa a la derecha y ciclovía unidireccional

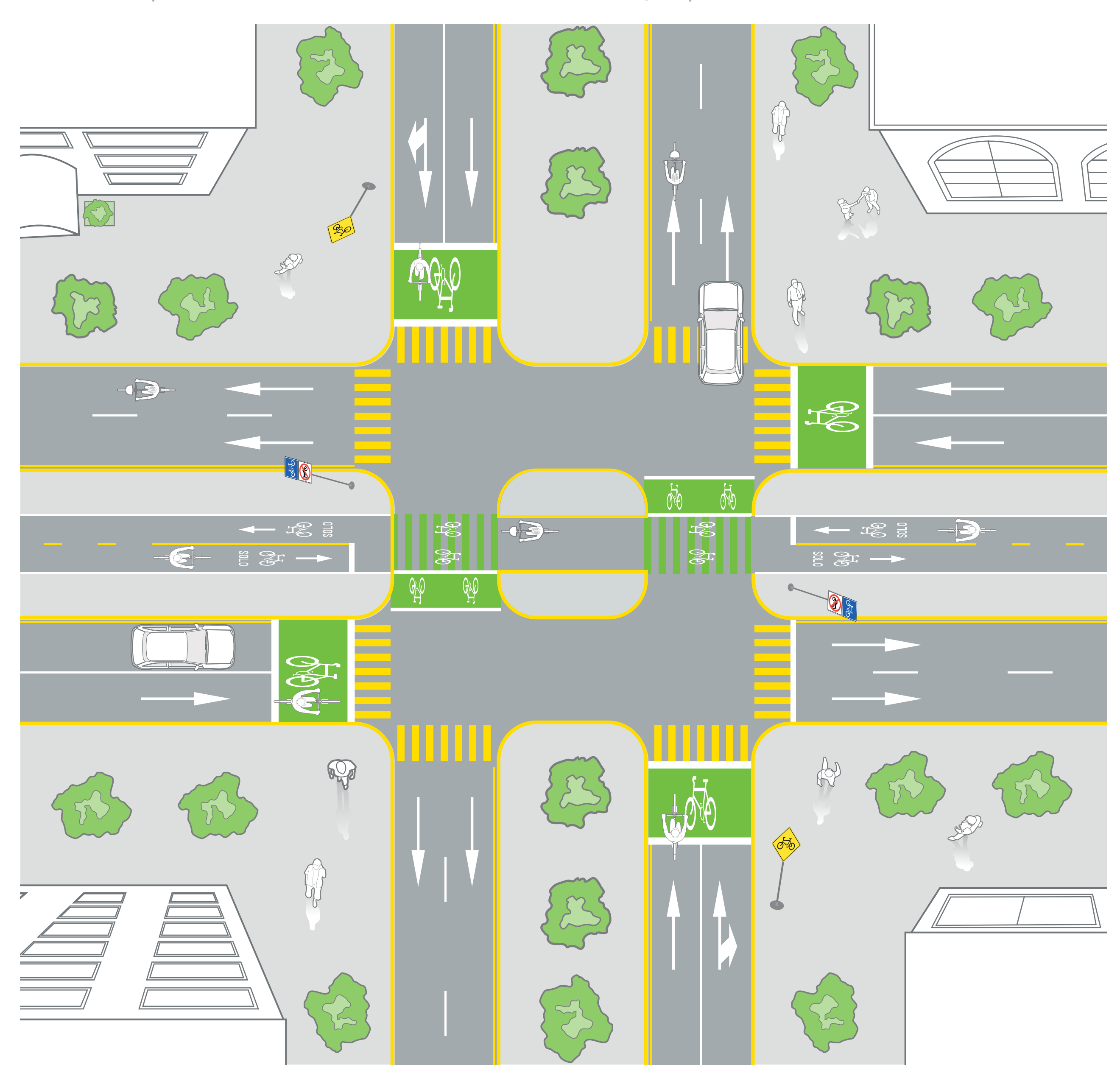
Intersección de inicio de ciclovía unidireccional



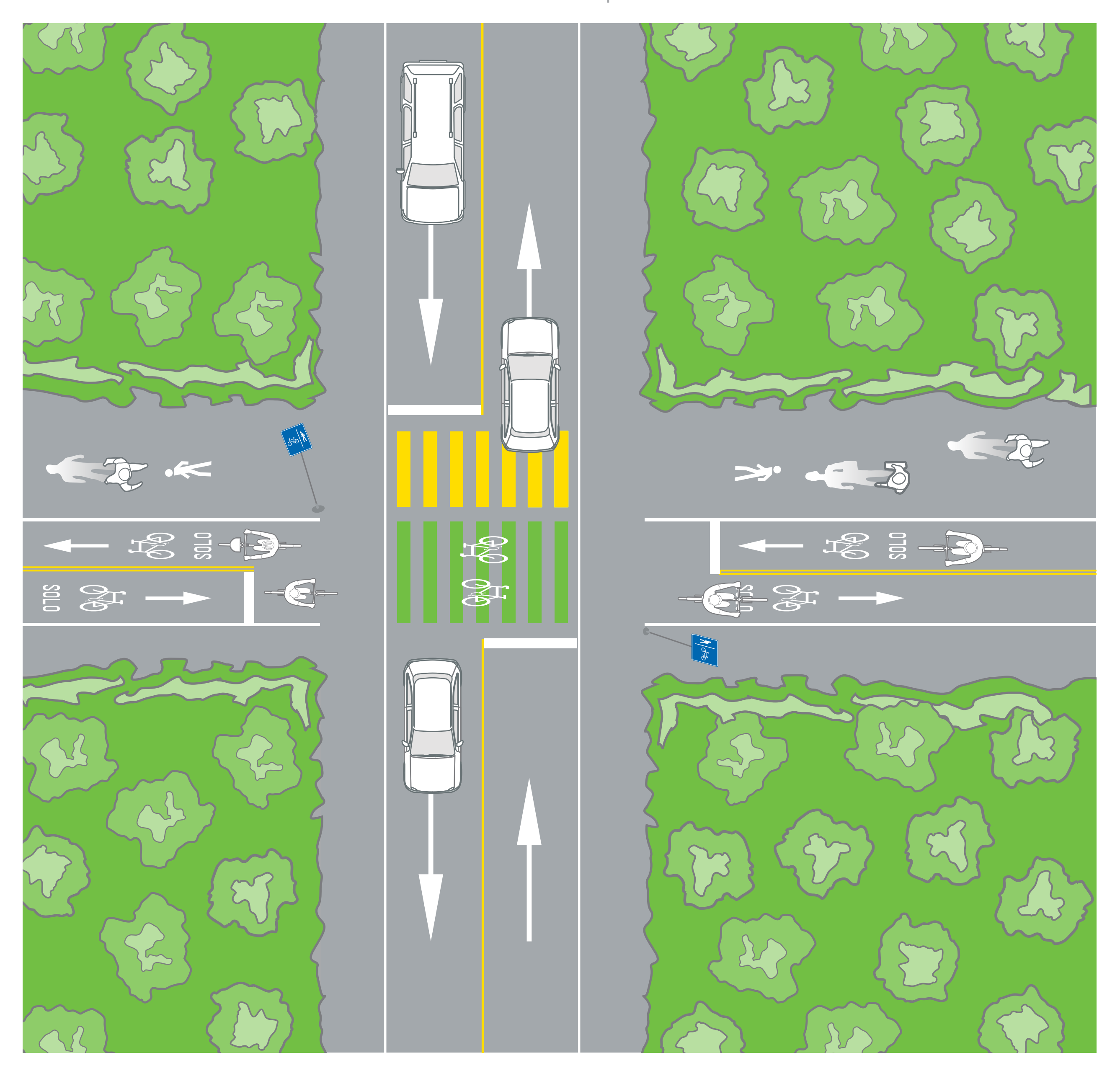
Intersección de término de ciclovía unidireccional



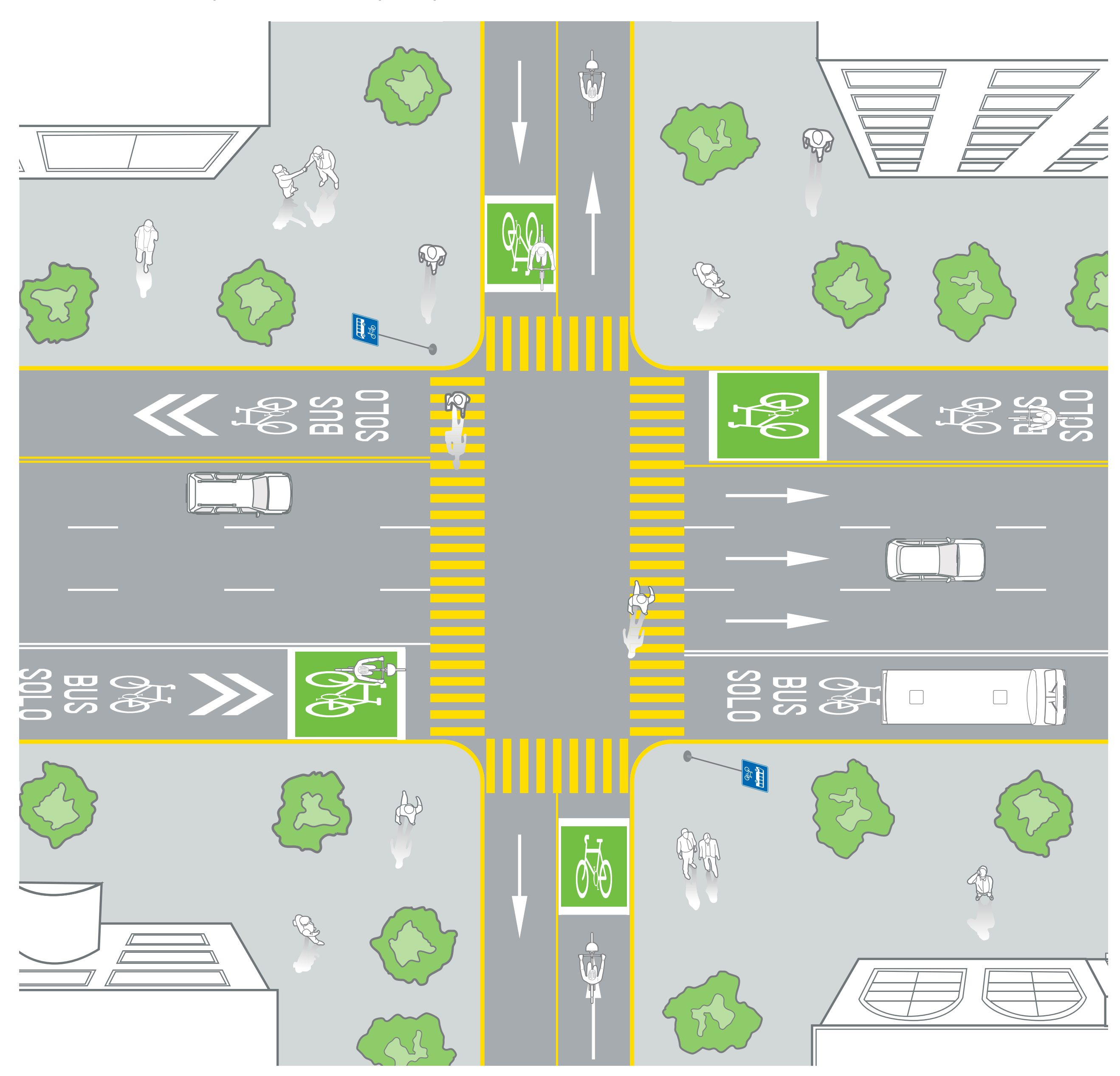
Intersección tipo de una ciclovía bidireccional en una vialidad con faja separadora central



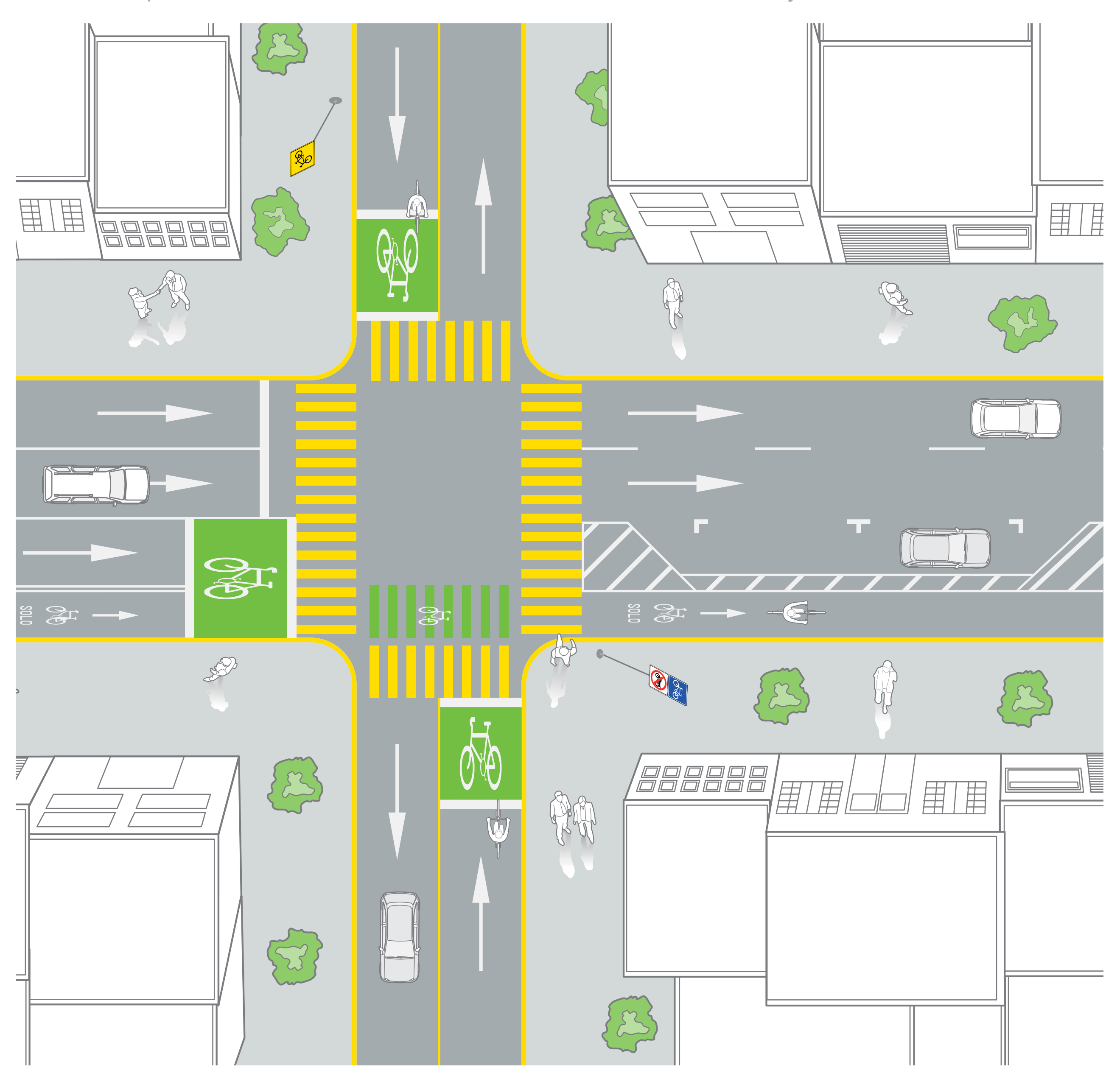
Intersección de carretera con ciclovía bidireccional de trazo independiente



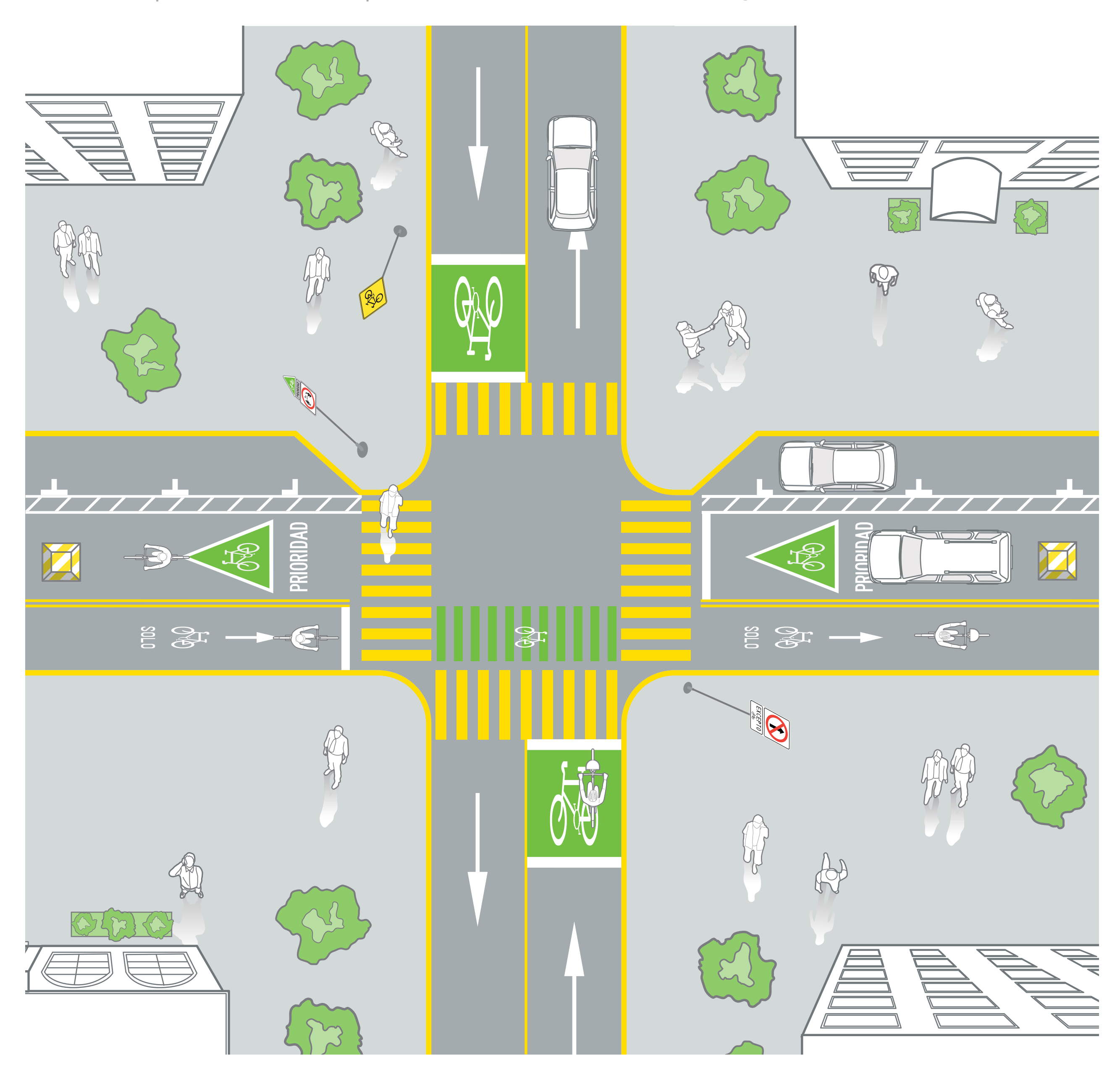
Carriles ciclistas compartidos con transporte público



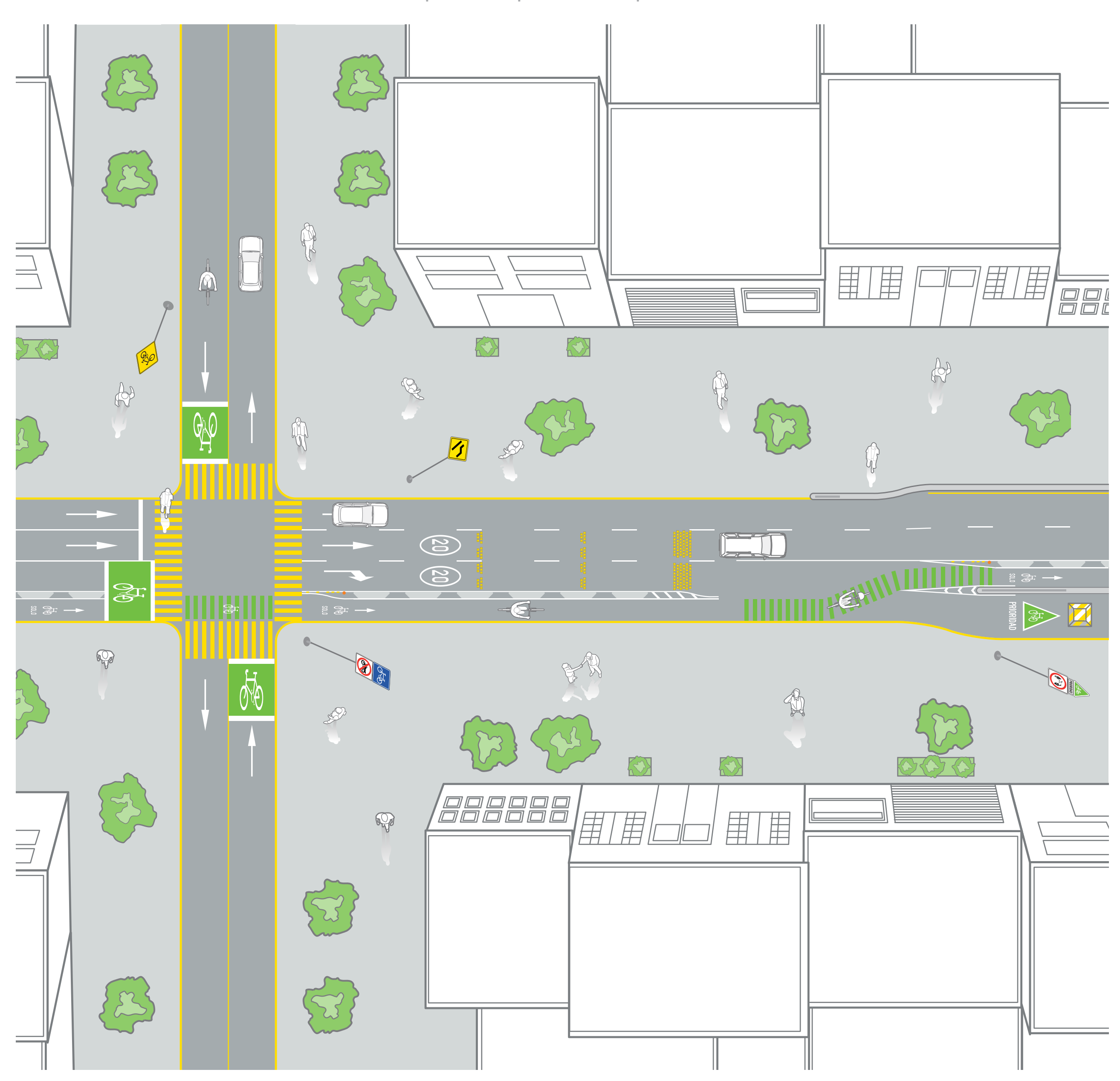
Intersección tipo de una vialidad con ciclovía unidireccional con estacionamiento adyacente



Intersección tipo de una vialidad compartida ciclista con ciclocarril en contraflujo



Entrecruzamiento de ciclovía unidireccional para incorporarse a un paso a desnivel





7. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO

Los dispositivos para el control del tránsito son todos aquellos elementos que, a través de códigos gráficos, auditivos o luminosos o de otro tipo, regulan la forma en que circulan los vehículos y peatones en el espacio vial. Sin ellos no habría reglas claras hacia los usuarios acerca del sentido de circulación de la vialidad, la velocidad a la cual transitar, el momento en que se puede cruzar una intersección y la dirección de la vía.

En la infraestructura ciclista, estos dispositivos cobran una gran importancia al informar los espacios exclusivos para la circulación de bicicletas, indicar su trayectoria en los puntos en los que se interactúa con otros usuarios y conocer los servicios y facilidades ciclistas en el espacio público. Sin estos dispositivos sólo la infraestructura de trazo independiente otorgaría un grado adecuado de seguridad y comodidad.

Siempre que se realice un proyecto de dispositivos para el control del tránsito es necesario realizar un estudio para la correcta colocación de las señales.

7.1. Aspectos generales

Los dispositivos para el control del tránsito juegan un papel fundamental para el desarrollo de una vía segura, útil y atractiva para las bicicletas. Se trata de una parte importante cuando se habla de una ciudad amistosa con el ciclista y se debe tener gran cuidado en el momento de su diseño, fabricación e instalación.

Los requisitos básicos con los que deben contar los dispositivos para el control del tránsito son: proporcionar seguridad, llamar la atención del usuario, transmitir un mensaje sencillo y claro, hacer que el usuario respete lo indicado, ubicarse en un sitio que permita al usuario recibir el mensaje de forma adecuada, y que la distancia a la que se encuentra permita al usuario reaccionar de una forma efectiva y oportuna.

El diseño y la fabricación de los dispositivos para el control del tránsito deben asegurar que sus dimensiones, características de contraste, colores, formas, composición e iluminación o efecto reflectante, se combinen para llamar la atención del usuario. El diseño, forma, tamaño, colores y simplicidad del mensaje se deben combinar para proporcionar un significado comprensible. La legibilidad y el tamaño deberán complementarse con su localización, a fin de que exista el tiempo suficiente para una reacción correcta, además de que la uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad deben imponer respeto.

En todo momento se debe verificar que el dispositivo esté dentro de los límites del cono visual del usuario, para así llamar su atención y que éste pueda captar su significado. Se deben considerar las distintas velocidades con que viajan los usuarios, por lo que es necesario que el texto de las señales sea legible tanto para ciclistas como para automovilistas.

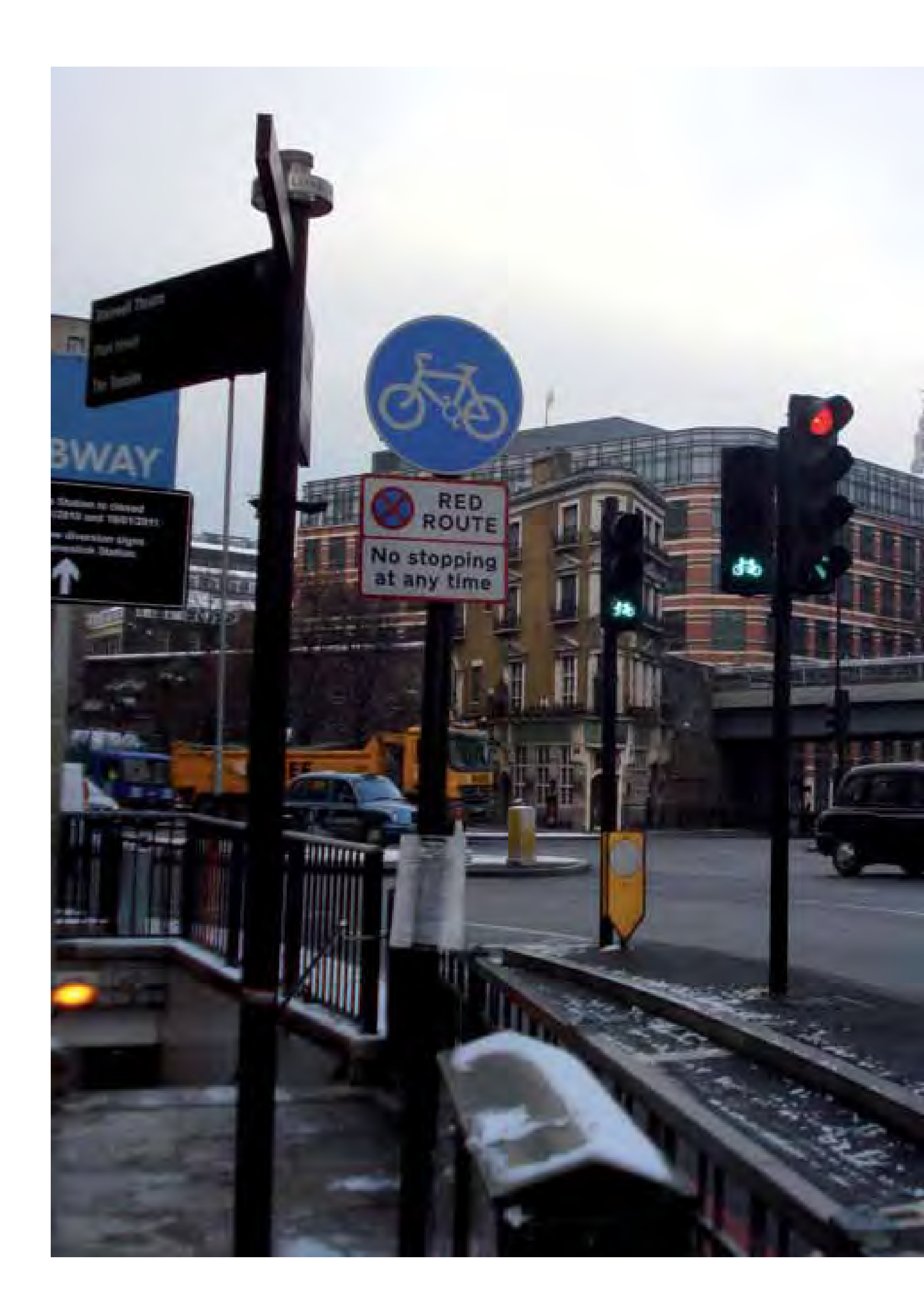
La conservación de los dispositivos debe asegurar su legibilidad y visibilidad. Se debe proporcionar un mantenimiento funcional para ajustarlos a las necesidades del

tránsito, incluyendo el retiro de aquellos que no sean necesarios. Un mantenimiento sin el cuidado debido puede destruir el valor de un grupo de dispositivos, poniéndolos fuera de balance; por ejemplo, el reemplazo de una señal por otra desproporcionadamente grande puede provocar el que no se perciban otras señales cercanas.

La uniformidad de los dispositivos para el control del tránsito simplifica la lectura del usuario, pues ayuda a que éste los reconozca e interprete de mejor manera. También facilita la resolución de problemas de señalización y economiza en la fabricación, colocación y conservación. A este respecto es importante señalar que todos los dispositivos contenidos en el presente capítulo se realizaron acorde a lo contenido en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2-2010, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

Sin embargo, como estas disposiciones aún no reconocen muchas de las necesidades de la movilidad en bicicleta, se han retomado las mejores prácticas internacionales en el tema para proponer nuevos señalamientos, siempre adaptándolos a nuestro código. En el caso de algunos señalamientos ya contenidos en el manual se homologan los pictogramas para obtener uniformidad.

El objetivo es contar con los mismos dispositivos en todas las ciudades mexicanas. En este momento Guadalajara y Ciudad de México ya han considerado estas propuestas para sus normas locales y proyectos de infraestructura ciclista.



7.2. Señalamiento vertical

La señalización vertical se refiere a placas fijadas en postes o estructuras, con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y determinadas restricciones, o proporcionarles la información para facilitar sus desplazamientos.

Las señales verticales se clasifican en:

- Señales preventivas.
- Señales restrictivas.
- Señales informativas

7.2.1. Señales preventivas

Tienen el objetivo de advertir de forma anticipada a los usuarios del espacio público la existencia de un peligro o evento inesperado. La señal debe llamar la atención del usuario para que reduzca su velocidad o efectúe una maniobra en aras de su propia seguridad y la de otros usuarios. Las señales preventivas tienen forma de rombo color amarillo con pictogramas en color negro.

Estas señales deben colocarse a una distancia que otorgue el tiempo suficiente para que el usuario reaccione (distancia de riesgo). Dicha distancia se determina de acuerdo a la velocidad y a las condiciones ambientales predominantes. Ambos factores influyen respectivamente en el tiempo disponible para que el conductor comprenda, reaccione ante el mensaje y tenga el tiempo suficiente para realizar cualquier maniobra. Por ello, las señales preventivas deben estar ubicadas antes del riesgo que se indica, a una distancia que depende de la velocidad de aproximación, conforme a la siguiente tabla:

Velocidad en Km/hr	30	40	50	60	70	80	90
Distancia en metros	20	30	40	55	75	90	115

Adaptado de SETRAVI, 2001

En el caso específico de los señalamientos verticales para ciclistas, es necesario considerar que la línea de horizonte se encuentre entre 0.40 a 0.60 m por encima de la de un conductor de automóvil, por lo que las señales deben estar colocadas a 3.00 m de altura.

Señales preventivas

Cruce de ciclistas



Se utiliza para indicar a los peatones y conductores de vehículos automotores la proximidad del cruce con una vía ciclista. Esta señal debe ser visible para los peatones y automovilistas.

La señal debe complementarse en la parte inferior con la señal informativa «sentido del tránsito», sobre todo cuando el sentido de circulación de las bicicletas sea en contraflujo.

Descenso pronunciado



Se utiliza para indicar a los ciclistas la proximidad de una pendiente descendente en la que es necesario frenar constantemente y realizar el cambio de velocidad para tener control de la bicicleta.

Esta señal debe ser visible para los ciclistas y debe colocarse únicamente cuando la pendiente sea mayor a 8% y con una longitud mayor a 25.00 m.

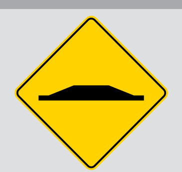
Ascenso pronunciado



Indica a los ciclistas la proximidad de una pendiente en ascenso donde es necesario aumentar el esfuerzo de pedaleo y realizar el cambio de velocidad para controlar la bicicleta o, en casos extremos, desmontar de ella.

Esta señal debe ser visible para los ciclistas y debe colocarse únicamente cuando la pendiente sea mayor a 8% y con una longitud mayor a 25.00 m.

Reductor de velocidad (tipo lomo o meseta)



Se utiliza para indicar la proximidad de un dispositivo que, por medio de la elevación del nivel de la superficie de rodadura, obliga a los automovilistas a reducir la velocidad.

Esta señal puede complementarse en la parte inferior con la señal «distancia» cuando así se requiera.

Apertura de portezuelas



Se emplea en infraestructura ciclista delimitada o segregada ubicada junto a un área de estacionamiento y donde es constante la apertura de portezuelas. Tiene por objeto advertir tanto a los ocupantes de los automóviles como a los ciclistas de la posibilidad de impactos.

Esta señal debe ser visible para los automovilistas y ciclistas, por lo que es necesario que se coloque una placa en cada tramo de la vía.

7.2.2. Señales restrictivas

Indican a los usuarios la existencia de alguna regulación o prohibición en la vía. Por sus características generales se pueden dividir en regulativas y prohibitivas. Las primeras son placas cuadradas en color blanco con un anillo rojo y pictograma en color negro; las segundas adicionalmente cuentan con una franja diagonal que cruza el anillo.

Su colocación debe coincidir con el sitio donde el usuario debe seguir la orden indicada y debe ser visible para el grupo de usuarios que se desea que atienda la restricción.

Señales restrictivas	
Alto, circulación uno y uno	
	En cruces en donde las calles que se intersectan cuentan con un solo carril efectivo de circulación, los conductores deben hacer alto total para permitir el paso de un vehículo a la vez de cada uno de los brazos de dicha intersección. Este señalamiento no aplica a peatones pues estos siempre tendrán preferencia de paso sobre los demás usuarios de la vía.
Circulación obligatoria en isleta	
	Esta señal se utiliza para indicar la obligación de circular hacia la derecha al encontrar una isleta en una vialidad de doble circulación, con el objetivo de no invadir un carril de circulación en sentido contrario. Esta señal puede complementarse con un dispositivo «indicador de obstáculo» en la parte inferior de la señal para mejorar la visibilidad de la punta de una isleta.
Conserve su derecha	
	Se emplea en los tramos de vías ciclistas bidireccionales con el objetivo de que los usuarios transiten por el carril de la derecha. Esta señal debe de ser visible a los ciclistas.

Información complementaria a la señal prohibido seguir de frente o dar vuelta izquierda o derecha



Esta señal indica que las bicicletas están exentas de obedecer dicha señal. Su uso es para zonas de hábitat en las que se permite la circulación ciclista en contrasentido o cuando existe una infraestructura ciclista en contraflujo en calles de un solo sentido.

Desmontar de la bicicleta



Se utiliza en aquellos lugares destinados para la circulación ciclista donde es recomendable desmontar de la bicicleta. Se debe colocar donde haya obstáculos, pendientes muy pronunciadas o en cualquier lugar donde es deseable que el ciclista se convierta en un peatón. Esta señal debe estar colocada de forma que sea visible para los ciclistas.

Mascotas con correa



Se utiliza en aquellos lugares destinados a la circulación ciclista con el objetivo de que los propietarios de perros tengan el control de sus mascotas y con ello se evite conflicto con los demás usuarios. Esta señal debe ser visible para los peatones y es recomendable que se coloque una placa a cada kilómetro para no saturar visualmente el entorno.

Zona de tránsito calmado (Zona 30)



Se utiliza en los accesos y salidas de las áreas decretadas como zonas de tránsito calmado, con el objetivo de indicarle a los automovilistas que se encuentran en una zona preferencial para peatones y ciclistas en donde encontrarán dispositivos de infraestructura vial que le obligan a mantener una velocidad menor a los 30 Km/hr.

Se podrán colocar placas adicionales con las leyendas «principia» o «termina» acompañadas de una flecha ascendente o descendente respectivamente.

Distancia mínima para el rebase seguro de ciclistas



Se emplea en infraestructura ciclista compartida. Tiene por objetivo indicar a los automovilistas que en el momento de rebasar a un ciclista deberán conservar como mínimo un metro de distancia.

Esta señal debe ser visible a los automovilistas y es recomendable que se coloque una placa cada kilómetro para no saturar visualmente el entorno.

Prohibida la vuelta continua a la derecha



Se emplea en las intersecciones donde la vuelta continua de los vehículos automotores pueda generar conflicto con la circulación peatonal y ciclista.

Esta señal debe de ser visible a los automovilistas y es recomendable que se coloque una placa en cada intersección donde se pretenda prohibir dicho movimiento.

Prohibido el paso a automotores



Indica la prohibición de paso a todo tipo de vehículos con motor. Se utiliza en vías de uso exclusivo para peatones o ciclistas, por lo que debe estar colocada en todos los accesos a dichas áreas.

Es recomendable que se acompañe de dispositivos que eviten la invasión de automóviles y motociclistas.

Prohibido el paso a bicicletas, motocicletas y vehículos de carga



Esta señal se usa para indicar que se prohíbe el paso de bicicletas, motocicletas y vehículos pesados en determinadas vialidades o tramos de la misma, por lo que debe colocarse al inicio del tramo de referencia.

Prohibido el paso a bicicletas



Esta señal se usa para prohibir la entrada de bicicletas a vialidades o espacios donde las condiciones del entorno no permitan la circulación de estos vehículos. Se debe colocar al inicio del tramo de referencia.

Prohibido el rebase



Se emplea en las vías exclusivas para el tránsito de ciclistas con el objetivo de advertirles los tramos en los que no se permite rebasar. Se usa en ciclovías unidireccionales con un ancho menor a 1.90 m y ciclovías bidireccionales si no es posible ver a los ciclistas que vienen de frente o en caso de existir pendientes pronunciadas.

Esta señal debe estar colocada de manera que sea visible para los ciclistas.

La colocación de las señales restrictivas debe coincidir con el sitio donde el usuario debe seguir la orden indicada y debe ser visible para el grupo de usuarios que se desea que atienda la restricción.

7.2.3. Señales informativas

Son aquellas que se utilizan para guiar a los usuarios en su trayecto y les informan sobre los nombres de las vías por las que circulan, así como sus sentidos de circulación, los nombres de poblaciones, lugares de interés, servicios en el camino y distancias; en algunos casos también pueden proporcionar ciertas recomendaciones. Dependiendo de la información que proporcionen, éstas pueden ser placas cuadradas en color azul con pictogramas en color blanco (para servicios), placas rectangulares de color verde con leyendas en color blanco (para indicar destinos) o placas rectangulares en color blanco con leyendas en color negro (para nomenclatura de vialidades o información general).

En el caso de los señalamientos de destino, los distintos usuarios de la vía requieren información diferenciada ya que las distancias que recorren peatones, ciclistas o conductores de vehículos automotores son muy variadas. Considerando que en la actualidad dichos señalamientos sólo atienden las necesidades de los vehículos automotores, se incluye una propuesta para ofrecer información de destinos para peatones y ciclistas. Para diferenciar los destinos de los diferentes grupos de usuarios se adopta una nueva forma y color en dichos señalamientos. En Ciudad de México ya se inició la instalación de placas en sus proyectos de movilidad para la bicicleta.

Coordenadas que definen las áreas cromáticas para los señalamientos de destinos peatonales y ciclistas

Verde	Punto N°	Coordenadas	
		x	**y**
	1	0.164	0.537
	2	0.239	0.501
	3	0.223	0.454
	4	0.145	0.488

Adaptado de: SCT, 2010

Señales informativas de destinos

Diagramática ciclista



La señal «diagramática vehicular» puede complementarse con una diagramática ciclista en la misma señal. Se utiliza cuando se cruzan varias rutas ciclistas en un sitio y es necesario guiar los movimientos de estos usuarios indicando la dirección de los destinos más importantes.

Dirección ciclista en señal elevada



Se utiliza en las intersecciones de las vialidades que cuentan con infraestructura ciclista segregada con el objetivo de dirigir a los usuarios hacia un determinado destino. Los destinos que indica la señal pueden referirse a una vialidad o un servicio.

Los elementos que deben integrar esta señal son: nombre del destino y el símbolo del servicio en su caso, la distancia y el tiempo de recorrido (calculada a partir de una velocidad de 15 Km/hr), la flecha del sentido y el símbolo de servicio ciclista. En la parte inferior de la señal se puede contar con una placa de nomenclatura.

Dirección peatonal o ciclista en señal baja





Se utiliza en las intersecciones de las diferentes vialidades para dirigir a los usuarios hacia un determinado destino. Se coloca paralelamente al eje longitudinal de la vialidad por la que debe transitar el usuario. El destino que indica la señal puede referirse a una vialidad o un servicio.

Los elementos que deben integrar esta señal son: nombre del destino y el símbolo del servicio en su caso, la distancia y el tiempo de recorrido (calcular con la velocidad de 4 Km/hr para peatones y de 15 Km/hr para ciclistas), la flecha del sentido y el símbolo de servicio peatonal o ciclista. En la parte inferior se puede colocar una señal de «nomenclatura».

Identificación de ruta ciclista

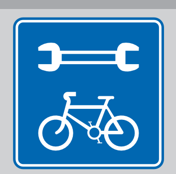


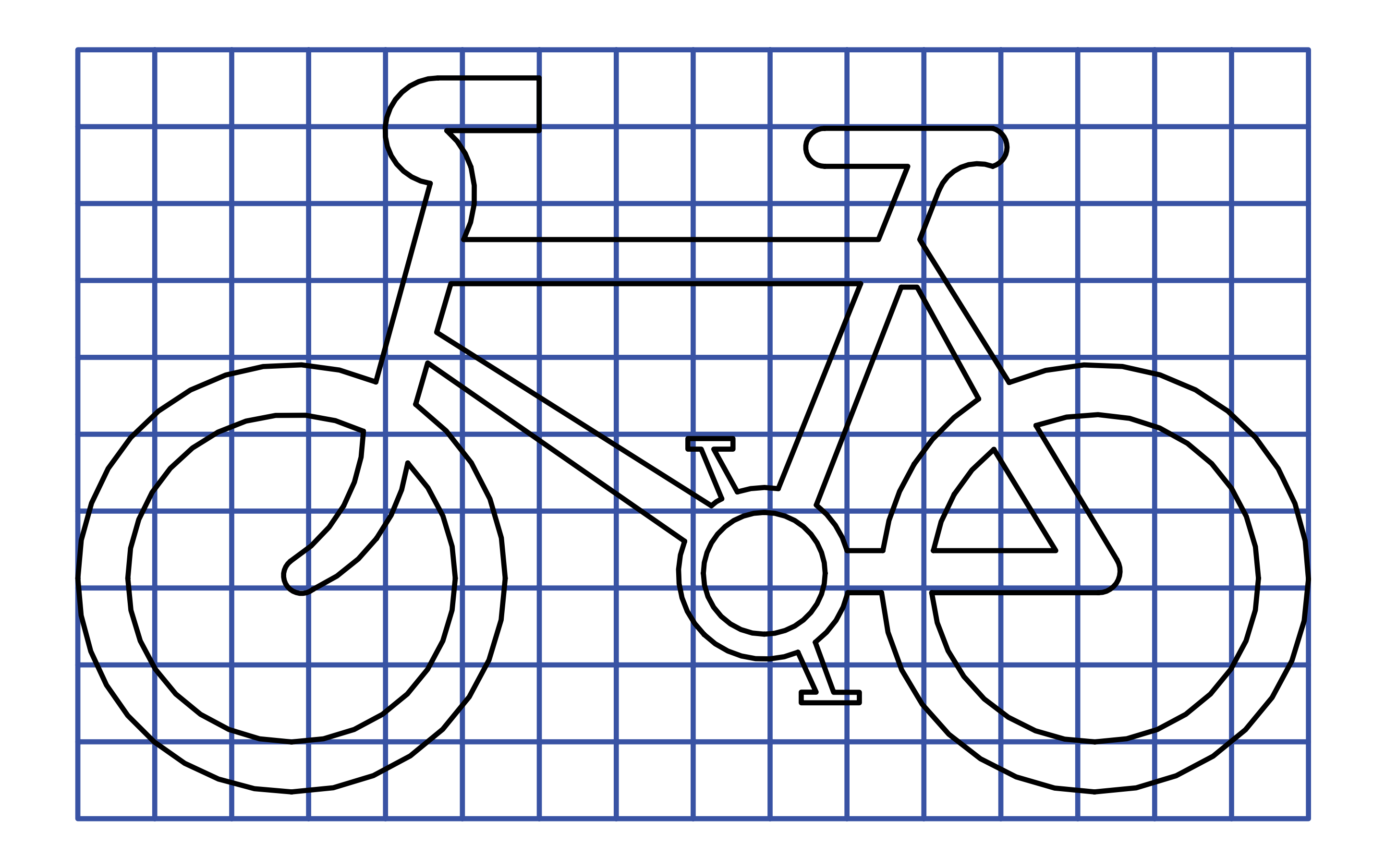
Se utiliza para identificar las diferentes rutas ciclistas dentro de la ciudad según la nomenclatura establecida en la red de movilidad en bicicleta. Se complementa con placas adicionales para indicar el inicio o término del tramo, el kilometraje o el sentido del tránsito.

Los elementos que deben integrar esta señal son: número de la ruta, el símbolo de servicio ciclista y una placa adicional indicando el inicio o término del tramo, el kilometraje o el sentido del tránsito.

Señales informativas de servicios

Infraestructura ciclista compartida	
	Se utiliza para indicar la prioridad de circulación ciclista. Esta señal se coloca en vialidades o carriles compartidos ciclistas. Esta señal debe ser visible para los automovilistas y ciclistas, por lo que es necesario que se coloque una placa en cada tramo de la vía. La señal debe complementarse en la parte inferior con una placa que contenga la leyenda «prioridad».
Infraestructura ciclista delimitada o segregada	
	Se utiliza para indicar el servicio de carril exclusivo para la circulación ciclista. Esta señal se coloca en los inicios de cada tramo de ciclocarriles y ciclovías. Adicionalmente, se puede utilizar para indicar servicios especiales como rampas ciclistas en escaleras.
Infraestructura ciclista compartida con transporte público	
	Se utiliza para indicar el servicio de carril compartido con buses. Se ubica en los inicios de cada tramo.
Infraestructura ciclista adjunta a un carril de transporte público	
	Se utiliza para indicar la existencia de un ciclocarril cuando éste se encuentra adjunto a un carril exclusivo para transporte público.
Infraestructura ciclista adjunta a un área peatonal	
	Se utiliza para indicar la existencia de un área peatonal en áreas exclusivas para la circulación ciclista. La disposición de los pictogramas debe coincidir con la configuración de la vía. Si los peatones van a la derecha, el señalamiento debe aparecer en dicha posición.

Infraestructura peatonal compartida con ciclistas	
	Se utiliza para indicar áreas de circulación compartidas entre peatones y ciclistas, como es el caso de andadores peatonales y ciclistas.
Servicio mecánico para bicicletas	
	Se utiliza para indicar el servicio mecánico para bicicletas.
Estacionamiento de bicicletas	
	Se utiliza para indicar el servicio de estacionamiento de bicicletas. Se ubica junto al estante o en los accesos de los inmuebles con una placa adicional para indicar la dirección en la que se encuentra el mueble.
Alquiler de bicicletas	
	Se utiliza para indicar el servicio de renta de bicicletas.
Parada de ciclotaxis	
	Se utiliza para indicar el sitio donde se puede abordar un ciclotaxi.
Área de tránsito mixto	
	Se coloca para indicar las vialidades en donde no existen dispositivos que delimiten áreas de circulación de los diversos usuarios.



Es importante siempre respetar la forma y posición del pictograma de los señalamientos ciclistas. El símbolo de bicicleta siempre debe estar orientado hacia la izquierda.


PLAZA GARIBALDI
1.4 km 7 min
ALAMEDA CENTRAL
0.6 km 2 min
BUCARELI

7.3. Señalamiento horizontal

La señalización horizontal son las rayas, símbolos y leyendas que se colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, así como los objetos instalados sobre la superficie de rodadura con el fin de regular o canalizar el tránsito de vehículos y peatones.

7.3.1. Marcas en el pavimento

Las marcas en el pavimento sirven para indicar a los usuarios la delimitación de las áreas de circulación, indicar las áreas de cruce con otro grupo de usuarios o indicar algún obstáculo. Deben ser reflectantes en colores blanco, amarillo o verde, según su función. Cuando el color del pavimento no permita un contraste adecuado con las marcas, se deberá delinear el contorno con franjas negras de 0.05 m de ancho.

Debido a que la bicicleta es un vehículo, el señalamiento responde a las mismas reglas que el destinado a los vehículos automotores y, solamente en algunos casos, se modifican las dimensiones de las marcas debido a que la velocidad es más baja. Los siguientes conceptos se basan en lo dispuesto en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2-2010, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas.

Raya separadora de sentidos de circulación

En infraestructura ciclista segregada bidireccional, la raya separadora de sentidos de circulación es una raya continua sencilla en los tramos donde la distancia de visibilidad no permita un rebase seguro, así como al aproximarse a las intersecciones que cuenten con «raya de alto», en cuyo caso tiene una longitud de 30.00 m.

La raya discontinua sencilla se emplea para indicar que es posible realizar un rebase seguro. Se indica a través de segmentos de raya de 1.00 m con una separación de 2.00 m. En todos los casos las rayas tienen un ancho de 0.10 m.

Colores de las marcas en el pavimento

- Color amarillo:
  - Raya separadora de sentido de circulación.
  - Raya para cruce de peatones.
  - Rayas canalizadoras.
  - Isletas.
  - Delimitación de la orilla izquierda cuando existan calzadas separadas.
  - Guarniciones en donde esté prohibido estacionarse.
- Color blanco:
  - Raya separadora de carriles.
  - Raya para delimitar la orilla de la calzada.
  - Áreas de estacionamiento.
  - Flechas, símbolos y leyendas.
  - Rayas para reducción de velocidad.
  - Rayas canalizadoras.
  - Rayas de alto.
  - Guarniciones en donde esté permitido el estacionamiento.
- Color verde:
  - Rayas para el cruce de ciclistas.
  - Áreas de espera ciclista.
  - Símbolo de prioridad ciclista.

Adaptado de: SCT, 2010

Raya en la orilla del arroyo vial

Se utiliza en infraestructura ciclista de trazo independiente cuando no existan banquetas o guarniciones, con el objetivo de indicar las orillas del arroyo vial. La raya en la orilla derecha debe ser continua con un ancho de 0.10 m y puede complementarse con botones reflectantes. En los tramos donde se permita la incorporación de bicicletas se debe sustituir con una raya discontinua de 1.00 m con separación de 2.00 m.

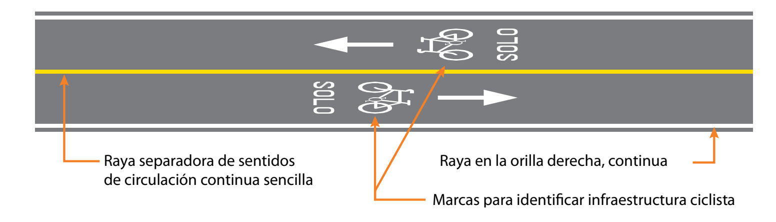
Raya de alto

Se utiliza para indicar el sitio donde deben detenerse los vehículos, de acuerdo con una señal de alto o semáforo. Debe ser continua sencilla cruzando todos los carriles que tengan tránsito en el mismo sentido. Cuando la raya de alto se utilice junto con una señal de alto, ésta última se debe colocar alineada con la raya.

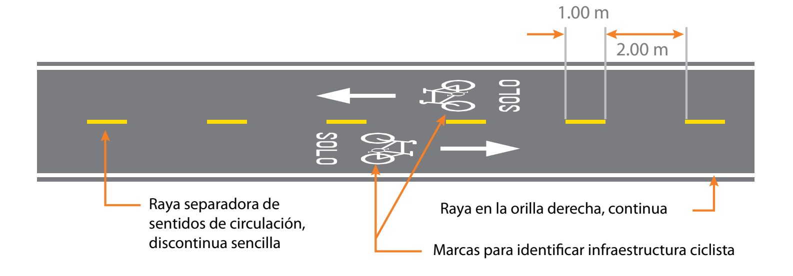
Cuando la infraestructura ciclista comparta el mismo arroyo vial que los automóviles, debe ser de 0.60 m de ancho en vías primarias y de 0.40 m de ancho en vías secundarias. Si se trata de una infraestructura ciclista de trazo independiente, debe ser de 0.40 m de ancho.

Se traza paralela al cruce peatonal a una distancia de 1.20 m antes del mismo. En caso de no existir cruce de peatones, la raya de alto debe ubicarse en el lugar preciso donde deban detenerse los vehículos (no menos de 1.20 m ni a más de 5.00 m de la orilla más próxima de la vía de circulación que cruza y paralela a esta última). Si los vehículos deben detenerse en un paso a nivel de peatones en algún sitio donde no exista una intersección, la raya de alto debe ser trazada paralela a la trayectoria de los peatones.

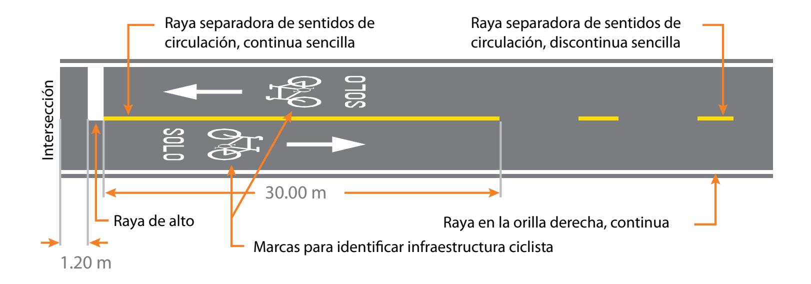
En zona de rebase prohibido



En zona de rebase

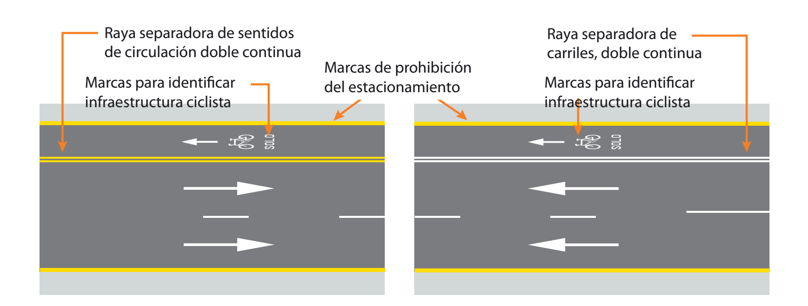


En aproximación a intersecciones



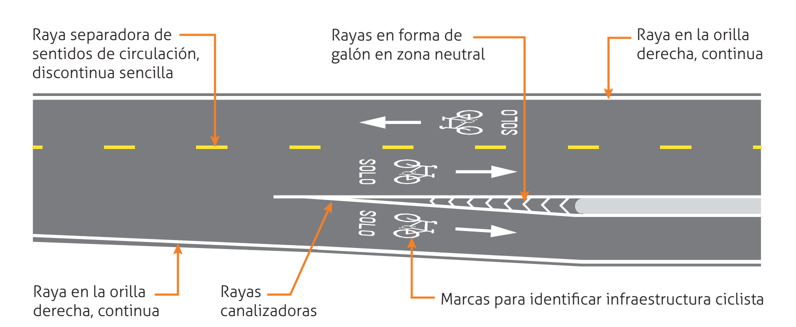
Raya separadora de carriles exclusivos

En infraestructura delimitada o segregada se debe utilizar una raya separadora de carriles continua doble a todo lo largo del carril. Las rayas deben ser de 0.10 m de ancho y la separación entre rayas debe ser igual a su ancho. Si existen elementos de confinamiento o botones, la separación entre rayas debe ser igual al ancho de dichos dispositivos.



Rayas canalizadoras

Se utilizan para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizar el tránsito en incorporaciones y desincorporaciones o separar sentidos de circulación, creando una zona neutral antes de isletas o fajas separadoras.

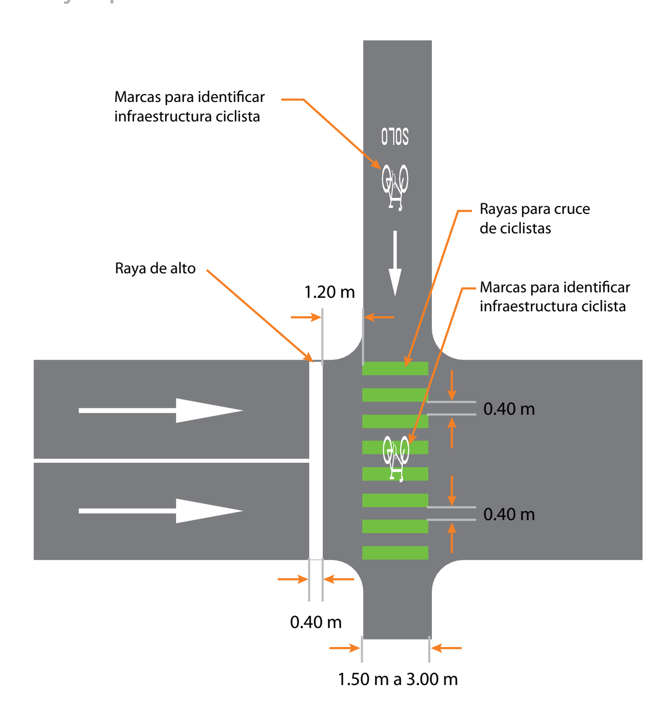


Para infraestructura ciclista, las rayas que limitan la zona neutral deben ser continuas, de color blanco cuando separen flujos en un solo sentido y amarillo cuando separen flujos bidireccionales. Son rayas de 0.10 m de ancho con una separación de 0.50 m. La zona neutral

se marca mediante rayas diagonales de 0.10 m de ancho con una inclinación de 45°, trazadas de izquierda a derecha en el sentido del tránsito. Cuando la zona neutral se ubica entre dos sentidos del tránsito, las diagonales tienen una sola inclinación y cuando se localiza entre trayectorias de un solo sentido tienen dos inclinaciones.

La longitud mínima de la zona neutral en la aproximación a isletas o fajas separadoras debe ser de 10.00 m. Es conveniente colocar botones reflectantes en la misma posición que las rayas diagonales, en la mitad de la zona neutral más cercana a la isleta. Los botones reflectantes deben ser del mismo color que dichas rayas.

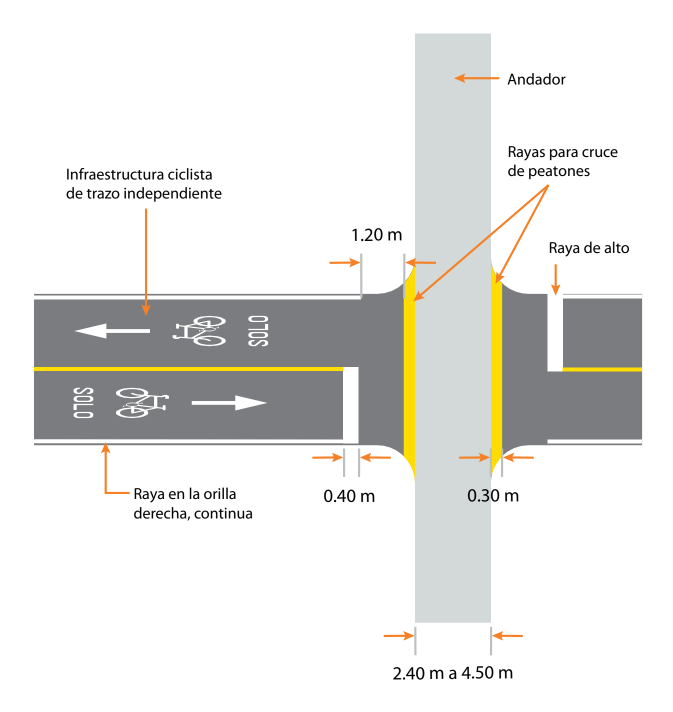
Rayas para cruce de ciclistas



En infraestructura ciclista delimitada o segregada, se utilizan para indicar las áreas de cruce ciclista en intersecciones y accesos a cocheras. Deben ser continuas de color verde y trazarse en todo el ancho de la vialidad. Deben ser una sucesión de rayas de 0.40 m de ancho separadas entre sí por la misma distancia. Se deben colocar paralelas a la trayectoria de los vehículos con una longitud igual al ancho de la infraestructura ciclista, pero en ningún caso deben ser mayores de 3.00 m ni menores de 1.40 m. De forma complementaria, se debe colocar un símbolo de bicicleta por cada sentido de circulación ciclista.

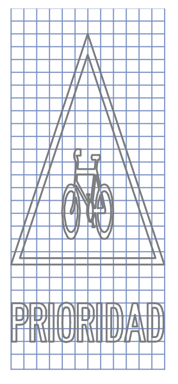
Rayas para cruce de peatones en infraestructura ciclista

En vías ciclistas de trazo independiente, las rayas para el cruce de peatones deben ser dos rayas paralelas a la trayectoria de los peatones, de 0.20 m de ancho, trazadas a una separación que se determina por el ancho de las banquetas. En ningún caso dicha separación debe ser menor a 2.00 m ni mayor a 4.50 m.



Marca para identificar infraestructura ciclista compartida

Se utiliza para indicar la existencia de una vialidad o carril ciclista compartido. Esta marca está compuesta por la leyenda «prioridad» de 0.60 m de alto en color blanco y un triángulo de color verde delimitado por un filete de 0.10 m en color blanco con un símbolo de bicicleta de 1.40 por 0.80 m al centro, también en color blanco. Debe haber una separación de 0.60 m entre la leyenda y el triángulo. La marca se aloja sobre el eje del carril y se repite sistemáticamente en el inicio y final de cada tramo de vía.



X=0.2 m

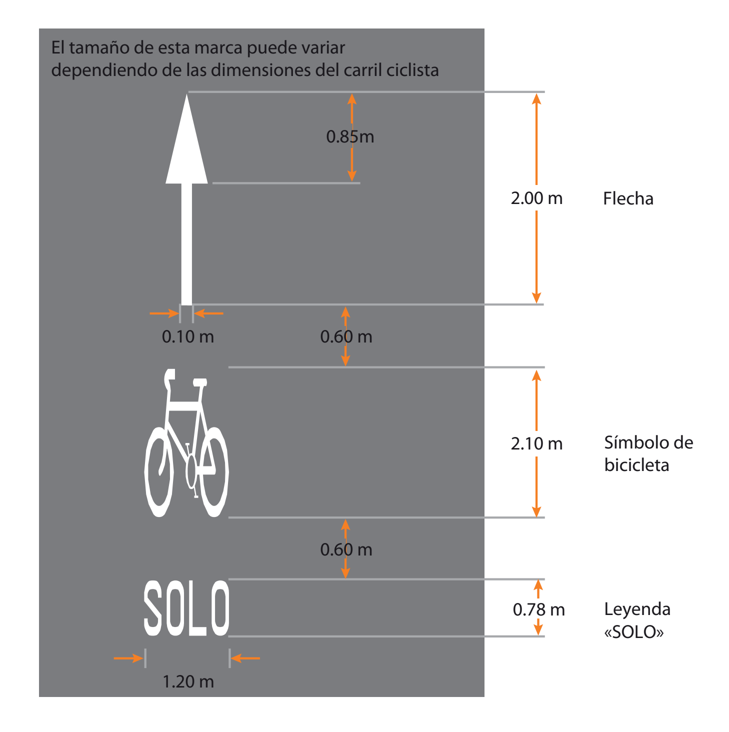


Marca para identificar infraestructura ciclista exclusiva

Se utiliza para indicar la existencia de un carril exclusivo para la circulación ciclista; se aplica en ciclocarriles y ciclovías. Esta marca está compuesta por la leyenda «solo» de 1.60 m de alto, un símbolo de bicicleta de 3.15 por 1.80 m y una flecha de dirección de 5.00 m de longitud, todo en color blanco. La leyenda,

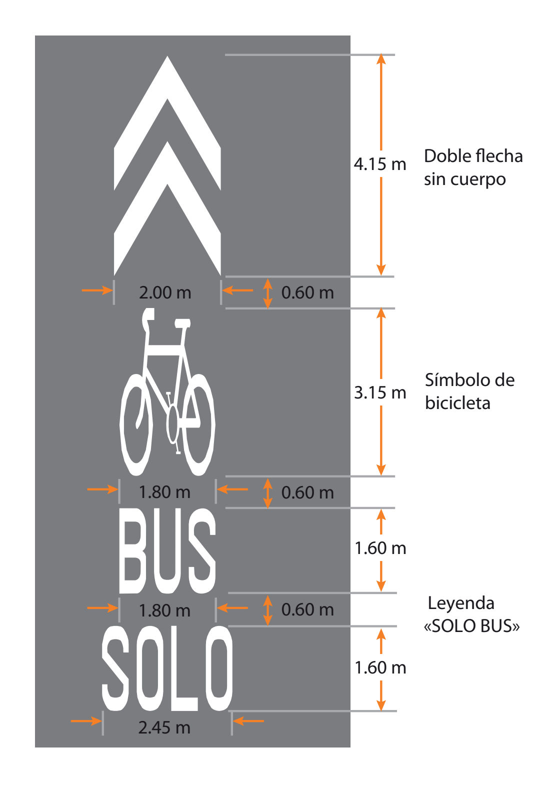
el símbolo y la flecha deben estar separados entre sí por 0.60 m. La marca se aloja sobre el eje de la vía ciclista y se repite sistemáticamente en el inicio y final de cada tramo de vía.

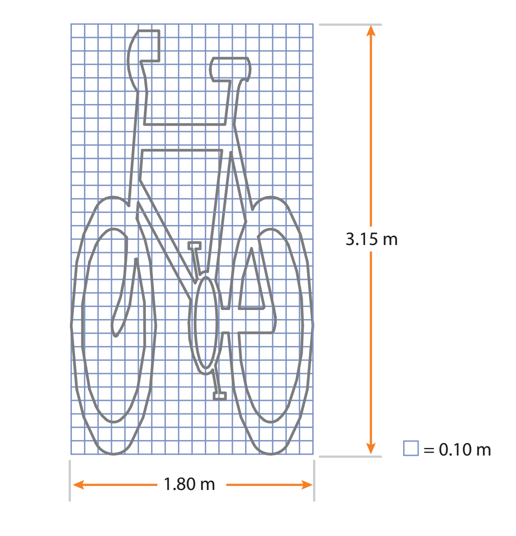
Dependiendo del ancho de la infraestructura ciclista se debe ajustar proporcionalmente la marca para permitir alojarla en el carril, dejando por lo menos 0.20 m libres a cada lado.

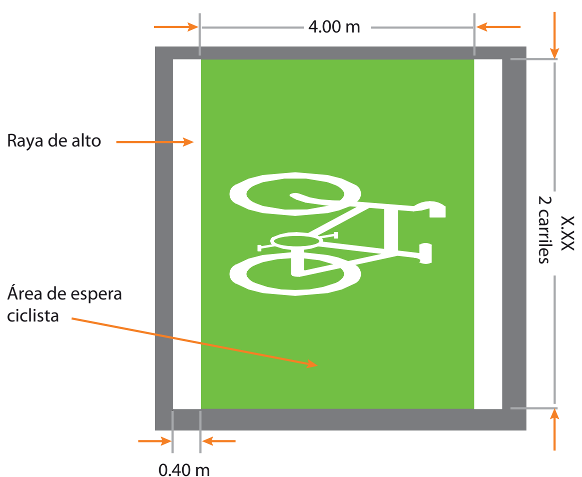


Marca para identificar infraestructura ciclista compartida con el transporte público

Se debe de utilizar en los carriles compartidos con el transporte público en el sentido de circulación de la vía o en contraflujo, con el objetivo de indicar los vehículos permitidos en dicho carril. Esta marca está formada por una doble flecha sin cuerpo, un símbolo de bicicleta de 3.15 m por 1.80 m y la leyenda «solo bus» con una altura de 1.60 m. Todos los elementos deben ser en color blanco y estar separados por 0.60 m. Esta marca se coloca al inicio y término de cada tramo de vía.

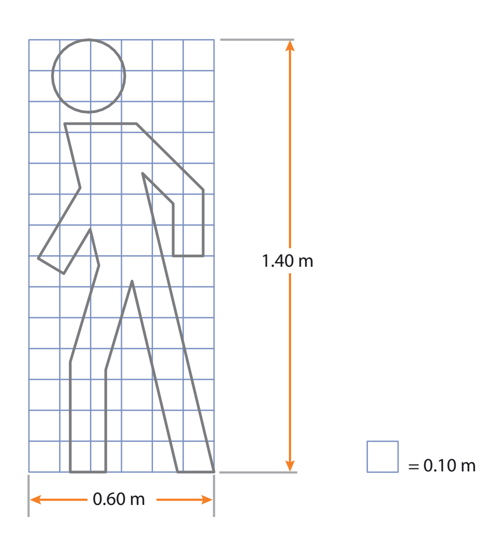






Marca para identificar área de circulación peatonal

Se utiliza en las áreas de circulación peatonal adyacentes a las vías ciclistas, con el objetivo de indicar a ambos grupos de usuarios cuál es el espacio destinado para su circulación. La marca debe medir 1.40 m de alto por 0.60 m de ancho en color blanco. Esta marca se coloca al inicio y término de cada tramo de vía.

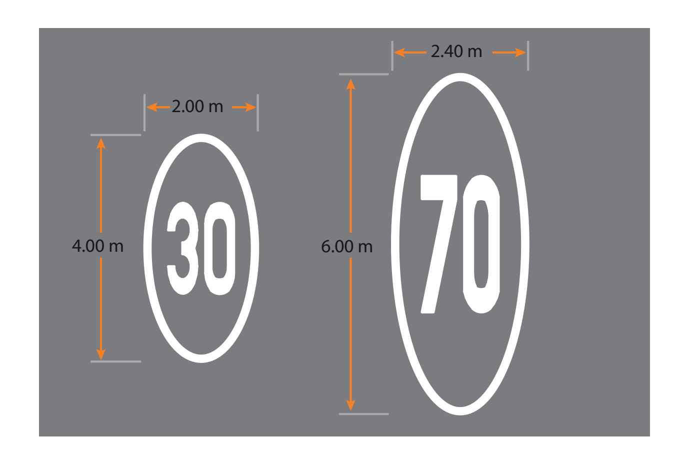


Áreas de espera ciclista

Se deben utilizar en las intersecciones semaforizadas de cualquier vía ciclista para delimitar las áreas de espera ciclista, con el objetivo de permitir la posición adelantada a los ciclistas en la intersección y con ello conferirles preferencia para realizar el cruce en la intersección o para permitir que se posicionen en una vialidad transversal para realizar un movimiento hacia la izquierda de la vía. Estas marcas deben ser rectángulos de color verde delimitados por las rayas de «alto» de 4.00 m de alto y un ancho correspondiente a los dos primeros carriles de circulación (incluyendo el de circulación ciclista). En el centro deben tener un símbolo de bicicleta de 3.15 m por 1.80 m en color blanco.

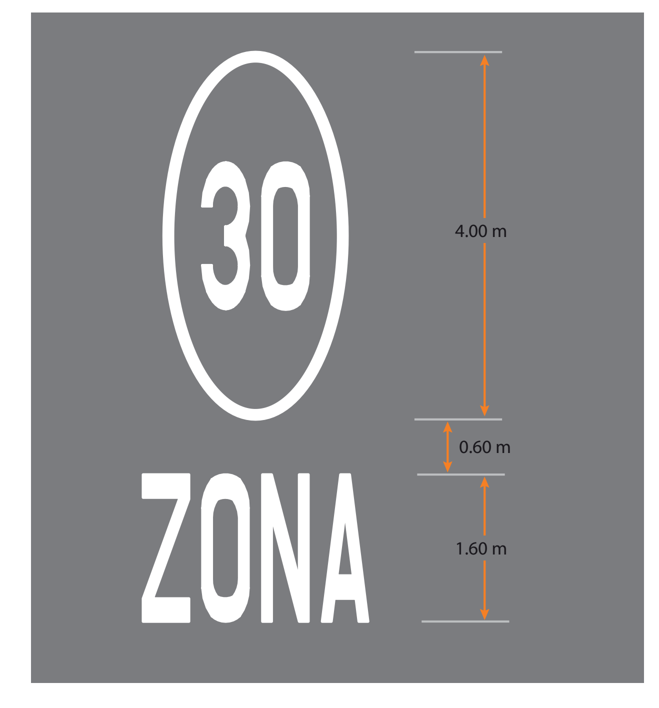
Marca para indicar velocidad máxima

Se utiliza en vialidades con objeto de indicar a los conductores de vehículos la velocidad máxima permitida, sobre todo en aquellas vías en las que cada uno de los carriles cuenta con diferente velocidad permitida. Para velocidades de hasta 60 Km/hr, esta marca está compuesta por un óvalo de 4.00 m de alto por 2.00 m de ancho con la leyenda correspondiente a la velocidad máxima al centro, de 1.60 m de alto; o un óvalo de 6.00 m de altura por 2.40 m de ancho con leyendas de 2.40 m de alto en caso de ser velocidades mayores a 60 Km/hr. Todos los elementos de esta marca deben ser en color blanco.



Marcas para indicar zona de tránsito calmado (Zona 30)

Se utiliza para indicar a los conductores de vehículos que están entrando o saliendo de una zona de tránsito calmado en la que deberán transitar a una velocidad menor a 30 Km/hr. Esta marca está compuesta por una marca «indicación de velocidad máxima» y la leyenda «zona» de 1.60 m de alto con una separación de 0.60 m. Todos los elementos de esta marca deben ser en color blanco.





7.3.2. Dispositivos diversos

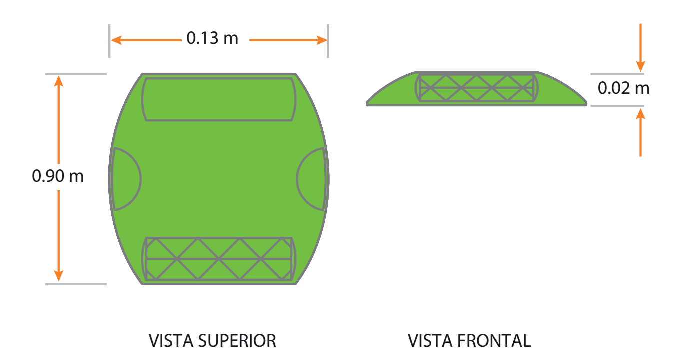
Los elementos diversos son elementos físicos que se encuentran en la vía o en sus inmediaciones con el objetivo de proteger a los usuarios o encauzar el tránsito de los diversos grupos de usuarios de la vía (SETRAVI, 2001).

Botones reflejantes

Estos son dispositivos que se colocan en la superficie de rodadura o en las estructuras adyacentes al arroyo vial. Los botones reflectantes se usan para complementar las marcas, mejorando la visibilidad de la geometría de la vialidad. Los delimitadores se pueden emplear para acotar los carriles exclusivos, o también se emplean para transmitir a los automovilistas una señal de alerta mediante vibración y sonido.

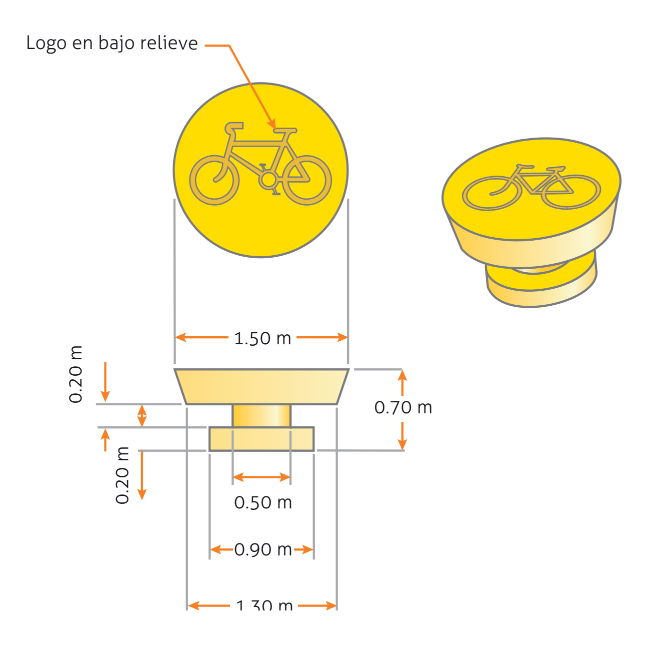
Para la infraestructura ciclista se han elegido los botones de color verde para delimitar carriles ciclistas compartidos y ciclocarriles, los cuales se deben colocar cada 10.00 m. Asimismo, cuando la trayectoria de los conductores de vehículos motorizados se entrecruce con los ciclistas se podrán utilizar estos elementos para advertir a los usuarios de la presencia de bicicletas en la vía.

No se deben utilizar botones sobre las trayectorias ciclistas debido a que pueden provocar la pérdida de control de la bicicleta.



Botones ciclistas para áreas peatonales

Se utilizan para indicar la ruta sugerida que deberán seguir los ciclistas al cruzar un área peatonal. Estos elementos deben colocarse en una línea con una separación de 2.00 m. No se deben colocar dos líneas ya que puede interpretarse que el área entre ambas líneas es para el uso exclusivo de ciclistas. Los botones deben estar montados al mismo nivel del pavimento para evitar que los peatones tropiecen con ellos.



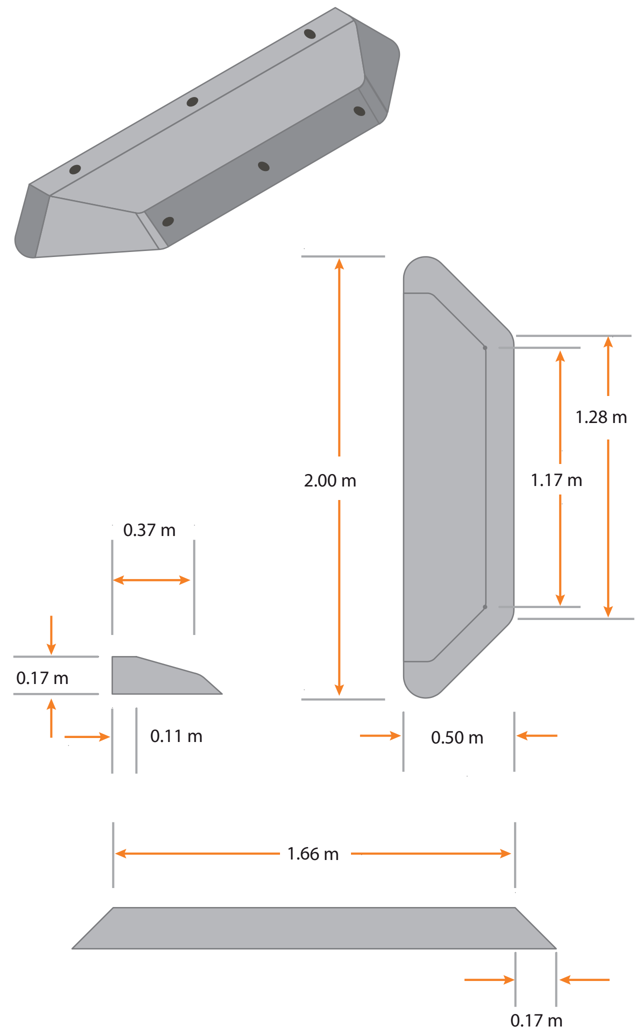
Elementos de confinamiento para infraestructura ciclista

Los elementos de confinamiento son dispositivos indispensables para la segregación de los flujos ciclistas. Impiden la invasión de vehículos automotores y al mismo tiempo deben permitir una circulación amable al ciclista (su forma debe evitar que los pedales peguen los golpeen). Es recomendable que sean elementos discontinuos

para permitir que los ciclistas puedan salir de la ciclovía en cualquier punto si encuentran algún obstáculo en su trayectoria. La separación más adecuada entre cada elemento debe ser de 1.50 m y deben contar con material reflectante en los costados para que sean visibles durante la noche.

Los elementos de confinamiento son dispositivos indispensables para la segregación de los flujos ciclistas ya que impiden la invasión de vehículos automotores y al mismo tiempo permiten una circulación amable al ciclista.

Barra de confinamiento tipo trapezoide

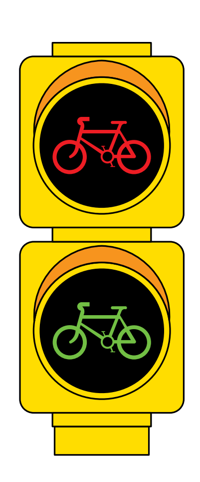


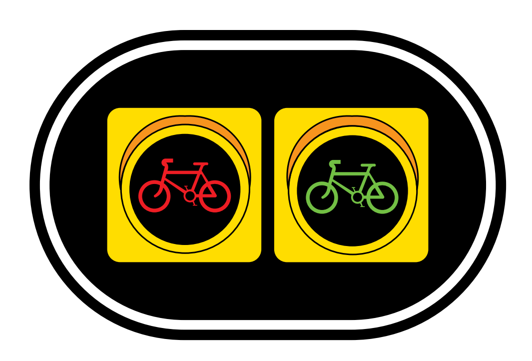
Barra de confinamiento tipo L

7.3.3. Dispositivos luminosos

Los semáforos para ciclistas pueden ser utilizados en las intersecciones con el objetivo de disminuir conflictos y facilitar la movilización segura de los ciclistas.

En toda vialidad donde exista una infraestructura ciclista se deberán colocar semáforos ciclistas en aquellas intersecciones que ya se encuentren semaforizadas para otros usuarios. En todos los casos, deben tener una altura máxima de 3.50 m. Además, deben estar sincronizados con los semáforos vehiculares, dejando de 3 a 5 segundos de preferencia para el arranque.





Referencias

AAW. (1991). Speed Reducers. (Pt. 7). En: *Urban Traffic Areas*. Copenhague: Vejregeludvalget.

Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, D. C., Instituto de Desarrollo Urbano. *Manual de diseño de ciclorutas*. Santa Fe de Bogotá. D. C. 1999.

American Association of State Highway and Transportation Officials, *Guide for the development of bicycle facilities*. Washington, D. C. 1999.

Asociación Europea de Vías Verdes. (2000). Guía de buenas prácticas de las vías verdes en Europa. Ejemplos de realizaciones urbanas y periurbanas. Comisión Europea: DG Medio Ambiente. Recuperado el 10 de octubre de 2010, de http://www.aevv-egwa.org/SiteResources/data/MediaArchive/pdf/bonnes_pratiques_esp.pdf

Boivin, R. y Pronovost, J.F. (1992). *Technical handbook of Bikeway Design: Planning, Design, Implementation*. Quebec: Ministere des Transports du Québec and The Canadian International Development Agency.

Buis, J. (11 de mayo de 2004). *Provisions for Cycling, National Manual for Urban Areas. Documento no impreso para Dublin Transportation Office.*

CROW. (2007). *Design Manual for Bicycle Traffic*. Países Bajos: EDE.

CROW. (1996). Aanbevevlingen voor veerkersvoorzieningen binnen de bebouwd kom. CROW, 110.

CROW. (agosto 1993). S*ign up for the Bike, Design manual for a cycle-friendly infrastructure. Países Bajos: EDE.*

Davies, D. (1996). *Cycle-Friendly Infrastructure: Guidelines for planning and design*. Londres: Departamento del Transporte.

Diario Oficial de la Federación. (16 de febrero de 2011). *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-034-SCT2-2010, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*. Documento no impreso.

FHWA. (2004). PEDSAFE: *Pedestrian Safety Guide and Countermeasure Selection System*. Recuperado el 11 de octubre de 2010, de http://www.walkinginfo.org/pedsafe/pedsafe_downloads.cfm

FHWA. (junio 2010). Evaluation of Lane Reduction "Road Diet" Measures on Crashes. Publcación No. FHWA-HRT-10-053. Recuperado el 11 de octubre de 2010, de http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/10053/10053.pdf

FHWA e ITE. (1999). T*raffic Calming: State of the Practice*. Washington, DC: Institute of Transportation Engineers.

Foran, S. (2008). Cycle paths collision risks. Recuperado el 10 de octubre de 2010, de http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cycle_path_collision_risks.jpg.

Geometric Design: Past, Present, and Future. http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/millennium/00048.pdf

Godefrooij, T., Pardo, C. F., y Sagaris, L. (2009). Five main requirements for cycling-inclusive infraestructure. (Cap. 5). En: *Cycling-Inclusive Policy Development: A Handbook*. Utrecht: I-CE. pp. 57-65

González Venegas, R. (2003). *Políticas de diseño para la implementación de ciclovías*. Memoria para optar al título de Ingeniería de Ejecución en Transporte y Tránsito. Universidad Tecnológica Metropolitana de Chile.

Huang, H.F., Stewart, R., y Zegeer, C.V. (2010). Evaluation of Lane Reduction "Road Diet" Measures on Crashes and Injuries. *Transportation Research Record*, 1784.

INEGI. (2007). *Análisis de resultados de la Encuesta Origen – Destino* 2007. México: INEGI

Instituto de Desarrollo Urbano. (1999). *Plan Maestro de Cicloruta. Manual de Diseño*. Elaborado por la Alcaldía Mayor de Santa Fe de Bogotá, DC. Recuperado el 13 de octubre de 2010, de http://movilidadurbana.files.wordpress.com/2007/10/manual-de-diseno-de-ciclorutas.pdf

Instituto de Desarrollo Urbano y Secretaría de Tránsito y Transporte. (2000). *Manual de dispositivos para a regulación de tránsito en ciclorutas*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.

Instituto Universitario de Estudios Europeos. (2002). Plan de Accesibilidad. La Accesibilidad en España. Diagnóstico y bases para un plan integral de supresión de barreras. Proyecto ACCEPLAN. Madrid: IMSERSO.

ISA. (2009). Reporte gráfico de resultados del segundo conteo de ciclista del Distrito Federal, 2009. Documento no impreso.

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Perú. http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/DG-2001/css/home.htm

Mattar, W. (2004). Auto-Bicycle Accident. Referencias del National Highway Safety Administration (NHTSA) y el New York State Department of Transportation. Recuperado el 10 de octubre de 2010, de http://www.mattar.com/new-york-bicycle-accident-lawyer.php

Ministerio de Economía y Hacienda. (2007). *Manual de Accesibilidad Integral para las edificaciones administrativas adscritas a la Administración General del Estado*. Madrid: Grupo Fondesa.

Olivera, Fernando. Estructuración de vías terrestres, 2004.

Papazian, Arturo. Infraestructura del Transporte Terrestre. Diseño Geométrico.

Sanz, A. (1999). La bicicleta en la ciudad, *Manual de políticas y diseño para favorecer el uso de la bicicleta como medio de transporte*. 1ª. Reimpresión. Madrid: Ministerio de Fomento de España.

Sanz, A. (1998). *Calmar el tráfico. 2ª edición*. Madrid: Ministerio de Fomento de España.

SCT. (2009). *Manual de proyecto geométrico de carreteras*. [Reimpresión] México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SCT. (1992). *Manual de señalamiento turísticos y de servicios*. Ciudad de México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

SCT. (1986). *Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras*. Ciudad de México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

STV-DF. (2001). *Manual de dispositivos para el control de tránsito en áreas urbanas y suburbanas*. Ciudad de México: Secretaría de Transporte y Vialidad del DF.

SETRAVI. (2010). Bahías. [Autocad]. Ciudad de México: Setravi: Sub Dirección de Tecnológias del Transporte.

Transportation Alternatives.(2005). *Calles para la gente, guía para lograr calles tranquilas y seguras*. Recuperado el 11 de octubre de 2010, de http://www.transalt.org/files/resources/streets4people/calles_para_la_gente.pdf

Transport for London. (2005). *London Cycling Design Standards*. Recuperado el 11 de octubre de 2010, de http://www.tfl.gov.uk/assets/downloads/businessandpartners/lcds_chapter5.pdf

Wachtel, A. y D. Lewiston. (1994). Risk Factors for Bicycle-Motor Vehicle Collisions at Intersections. ITE Journal. Institute of Transportation Engineers, September 1994, p. 30-35. Recuperado el 10 de octubre de 2010, de http://www.bicyclinglife.com/Library/riskfactors.htm

Vélo Quebec. (2003). *Technical Handbook of Bikeway Design*. (2da. Ed.). Montreal: Vélo Quebec.

Vélo Québec, Technical handbook of bikeway design: planning, design, implementation. Montreal, Quebec. 1992.



Manual integral de movilidad ciclista para ciudades mexicanas







